

П. П. Коржнев

СПРАВОЧНИК
ПО
ХИМИИ

Учпедгиз • 1949

В. Сафранкин

СПРАВОЧНИК ПО ХИМИИ

ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

СОСТАВИЛ П. П. КОРЖЕВ

При участии
К. Я. ПАРМЕНОВА, Л. М. СМОРГОНСКОГО,
Б. Г. АНДРЕЕВА, Л. А. БЛЮМЕНФЕЛЬДА,
П. Ю. БУТЯГИНА, С. Д. ДАВЫДОВА
и др.

ИЗДАНИЕ 2 е, ПЕРЕРАБОТАННОЕ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

МОСКВА * 1949

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Настоящий справочник является новым типом школьного пособия по химии. Задача его — помочь учителю в повседневной педагогической работе: на уроках, при лабораторных занятиях, при организации лабораторий и т. д.

В первой части справочника сконцентрирован обычный справочный материал. В главе четвертой содержатся справочные сведения по отдельным темам школьного курса. О характере и назначении этого материала надо сказать несколько слов. Этот материал не имеет целью дать углубленную, систематическую трактовку отдельных тем по типу энциклопедии. При составлении этой главы авторы стремились привести такие сведения, которые, не расширяя объема школьного курса, могли бы быть использованы учителем на уроках в качестве дополнительного иллюстративного материала. По мнению авторов, этот материал может оказаться особенно полезным для провинциального учителя, лишённого возможности широко пользоваться вспомогательной литературой по химии. Значительное место уделено статистико-экономическим сведениям, с помощью которых могут быть иллюстрированы значение и рост химической промышленности в СССР.

Основная часть материала главы IV (главным образом исторического и занимательного характера) подобрана Б. Г. Андреевым. Раздел органической химии разработан проф. Л. М. Смолгоиским. Разделы «Краткие сведения по истории открытия химических элементов» и «Литература по методике химии» составлены К. Я. Парменовым.

Список литературы для внеклассного чтения в основном составлен С. Д. Давыдовым. Раздел «Оказание первой помощи при несчастных случаях в лаборатории» — М. М. Гостевым и Л. А. Дубининым. В процессе работы над книгой ценную помощь своими указаниями и советами оказал Я. Л. Гольдфарб. Составитель выражает благодарность И. А. Черняку за любезное разрешение воспользоваться некоторыми материалами из его диссертации.

Составление справочника по химии, полностью удовлетворяющего запросы учителя средней школы, возможно только при широком содействии самих учителей. К ним в первую очередь обращаемся с просьбой прислать свои замечания и пожелания. За все указания заранее приносим благодарность.

Составитель.

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

План и характер книги в основном оставлены теми же, что и в первом издании.

Наиболее существенные изменения внесены в IV часть справочника. Основным руководящим мотивом при этом было стремление провести более тесную связь химии с практикой, оттенить, по мере возможности, важнейшие сдвиги и тенденции в развитии промышленной химии за последние годы и указать новые применения отдельных химических соединений.

По этим же соображениям введён новый раздел об атомной энергии, составленный Л. А. Блюменфельдом и П. Ю. Бутягиным. Цель этого нововведения — дать в сжатой форме материал, позволяющий разъяснить основные принципы, на которых базируется разрешение задачи об использовании атомной энергии. При составлении этого раздела мы главным образом имели в виду провинциального учителя, не имеющего широкой возможности пользоваться новой научной и научно-популярной литературой. Раздел иллюстрирован рядом соответствующих цитат.

Раздел «Выдающиеся химики мира» подвергся некоторой переработке: мы сочли необходимым дать более подробные сведения о русских учёных, значение работ которых иногда недооценивается.

Справочные таблицы проверены по более новым источникам.

В работе над вторым изданием принимали участие те же лица, что и при первом издании книги (по соответствующим разделам), за исключением покойного Б. Г. Андреева.

Первое издание вышло в военные годы небольшим тиражом. В связи с этим книга не прошла практической проверки в необходимом масштабе. Составитель снова обращается ко всем пользующимся книгой с просьбой прислать свои критические замечания и отзывы в Учебно-педагогическое издательство (Москва, Чистые пруды, 6, редакция химии).

Составитель.

I. СПРАВОЧНЫЕ Периодическая система эле

		ГРУППЫ				
		I	II	III	IV	V
ПЕРИОДЫ	1	(H)				
	2	Li 3 Литий 6,940	Be 4 Бериллий 9,02	5 B Бор 10,82	6 C Углерод 12,010	7 N Азот 14,008
	3	Na 11 Натрий 22,997	Mg 12 Магний 24,32	13 Al Алюминий 26,97	14 Si Кремний 28,06	15 P Фосфор 30,98
	4	K 19 Калий 39,096	Ca 20 Кальций 40,08	Sc 21 Скандий 45,10	Ti 22 Титан 47,90	V 23 Ванадий 50,95
		29 Cu Медь 63,57	30 Zn Цинк 65,38	31 Ga Галлий 69,72	32 Ge Германий 72,61	33 As Мышьяк 74,91
	5	Rb 37 Рубидий 85,48	Sr 38 Стронций 87,63	Y 39 Иттрий 88,92	Zr 40 Цирконий 91,22	Nb 41 Ниобий 92,91
		47 Ag Серебро 107,88	48 Cd Кадмий 112,41	49 In Индий 114,76	50 Sn Олово 118,70	51 Sb Сурьма 121,76
6		Cs 55 Цезий 132,91	Ba 56 Барий 137,36	La 57* Лантан 138,92	Hf 72 Гафний 178,6	Ta 73 Тантал 180,88
		79 Au Золото 197,2	80 Hg Ртуть 200,61	81 Tl Таллий 204,39	82 Pb Свинец 207,21	83 Bi Висмут 209,00
	7	87	Ra 88 Радий 226,05	Ac 89 Актиний 227	Th 90 Торий 232,12	Pa 91 Пр.активный 231

* Лантаниды

Се 58 Церий 140,13	Pr 59 Празеодим 140,92	Nd 60 Неодим 144,27	61	Sm 62 Самарий 150,43
Tb 65 Тербий 159,2	Dy 66 Диспрозий 162,46	Ho 67 Гольмий 164,94	Er 68 Эрбий 167,2	Tm 69 Тулий 169,4

ТАБЛИЦЫ ментов Д. И. Менделеева

ЭЛЕМЕНТОВ

VI		VII	VIII			0
		1 H Водород 1,0080				He 2 Гелий 4,003
8 O Кислород 16,000	9 F Фтор 19,00					Ne 10 Неон 20,183
16 S Сер 32,06	17 Cl Хлор 35,457					Ar 18 Аргон 39,944
Cr 24 Хром 52,01	Mn 25 Марганец 54,93	Fe 26 Железо 55,85	Co 27 Кобальт 58,94	Ni 28 Никель 58,69		
34 Se Селен 78,96	35 Br Бром 79,916					Kr 36 Криптон 83,7
Mo 42 Молибден 95,95	43	Ru 44 Рутений 101,7	Rh 45 Родий 102,91	Pd 46 Палладий 106,7		
52 Te Теллур 127,61	53 J Иод 126,92					Xe 54 Ксенон 131,3
W 74 Вольфрам 183,92	Re 75 Рений 186,31	Os 76 Осмий 190,2	Ir 77 Иридий 193,1	Pt 78 Платина 195,23		
84 Po Полоний 210	85					Rn 86 Радон 222
U 92 Уран 238,07						

58—71

Eu 63 Европий 152,0	Gd 64 Гадолиний 156,9
Yb 70 Иттербий 173,04	Lu 71 Лютеций 174,99

СПИСОК ЭЛЕМЕНТОВ

ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНЫЕ АТОМНЫЕ ВЕСА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ

(Физические свойства — см. стр. 17; изотопы — стр. 9; округлённые атомные веса — стр. 20; распределение электронов — стр. 15).

Название		Символ	Порядко- вый номер	Атомный вес	Распро- странение в земной коре (весов. %)
Русское	Латинское				
Азот	Nitrogenium	N	7	14,008	0,04
Актиний	Actinium	Ac	89	227	—
Алюминий	Aluminium	Al	13	26,97	7,45
Аргон	Argonum	Ar	18	39,944	$4 \cdot 10^{-4}$
Барий	Barium	Ba	56	137,36	0,05
Бериллий	Beryllium	Be	4	9,02	$4 \cdot 10^{-4}$
Бор	Borum	B	5	10,82	0,005
Бром	Bromum	Br	35	79,916	0,001
Ванадий	Vanadium	V	23	50,95	0,02
Висмут	Bismuthum	Bi	83	209,00	$1 \cdot 10^{-5}$
Водород	Hydrogenium	H	1	1,0080	1,00
Вольфрам	Wolframium	W	74	183,92	$9 \cdot 10^{-4}$
Гадолиний	Gadolinium	Gd	64	156,9	$7,5 \cdot 10^{-4}$
Галлий	Gallium	Ga	31	69,72	$1 \cdot 10^{-4}$
Гафний	Hafnium	Hf	72	178,6	$4 \cdot 10^{-4}$
Гелий	Helium	He	2	4,003	$1 \cdot 10^{-6}$
Германий	Germanium	Ge	32	72,60	$4 \cdot 10^{-4}$
Гольмий	Holmium	Ho	67	164,94	$1 \cdot 10^{-4}$
Диспрозий	Dysprosium	Dy	66	162,46	$7,5 \cdot 10^{-4}$
Европий	Europium	Eu	63	152,0	$2 \cdot 10^{-5}$
Железо	Ferrum	Fe	26	55,85	4,20
Золото	Aurum	Au	79	197,2	$5 \cdot 10^{-6}$
Индий	Indium	In	49	114,76	$1 \cdot 10^{-5}$
Иод	Jodum	I	53	126,92	$1 \cdot 10^{-4}$
Иридий	Iridium	Ir	77	193,1	$1 \cdot 10^{-6}$
Иттербий	Ytterbium	Yb	70	173,04	$8 \cdot 10^{-4}$
Иттрий	Yttrium	Y	39	88,92	0,005
Кадмий	Cadmium	Cd	48	112,41	$5 \cdot 10^{-4}$
Калий	Kalium	K	19	39,096	2,35
Кальций	Calcium	Ca	20	40,08	3,25
Кислород	Oxygenium	O	8	16,000	49,13
Кобальт	Cobaltum	Co	27	58,94	0,002
Кремний	Silicium	Si	14	28,06	26,00
Криптон	Kryptonum	Kr	36	83,7	$2 \cdot 10^{-8}$

Название		Символ	Порядко- вый номер	Атомный вес	Распро- странение в земной коре (весов. %)
Русское	Латинское				
Ксенон	Xenonum	Xe	54	131,3	$3 \cdot 10^{-9}$
Лантан	Lanthanum	La	57	138,92	$6,5 \cdot 10^{-4}$
Литий	Lithium	Li	3	6,940	0,005
Лютеций	Lutetium	Lu	71	174,99	$1,75 \cdot 10^{-4}$
Магний	Magnesium	Mg	12	24,32	2,35
Марганец	Manganum	Mn	25	54,93	0,10
Медь	Cuprum	Cu	29	63,54	0,01
Молибден	Molybdenum	Mo	42	95,95	0,001
Мышьяк	Arsenicum	As	33	74,91	$5 \cdot 10^{-4}$
Натрий	Natrium	Na	11	22,997	2,40
Неодимий	Neodymium	Nd	60	144,27	$1,75 \cdot 10^{-3}$
Неон	Neonum	Ne	10	20,183	$5 \cdot 10^{-7}$
Никель	Niccolum	Ni	28	58,69	0,02
Ниобий	Niobium	Nb	41	92,91	$3,2 \cdot 10^{-5}$
Олово	Stannum	Sn	50	118,70	0,008
Осмий	Osmium	Os	76	190,2	$5 \cdot 10^{-6}$
Палладий	Palladium	Pd	46	106,7	$5 \cdot 10^{-6}$
Платина	Platinum	Pt	78	195,23	$5 \cdot 10^{-6}$
Полоний	Polonium	Po	84	210	$5 \cdot 10^{-6}$
Празеодимий	Praseodymium	Pr	59	140,92	$4,5 \cdot 10^{-4}$
Протактиний	Protactinium	Pa	91	231	—
Радий	Radium	Ra	88	226,05	$2 \cdot 10^{-10}$
Радон	Radonum	Rn	86	222	—
Рений	Rhenium	Re	75	186,31	$1 \cdot 10^{-7}$
Родий	Rhodium	Rh	45	102,91	$1 \cdot 10^{-6}$
Ртуть	Hydrargyrum	Hg	80	200,61	$1 \cdot 10^{-4}$
Рубидий	Rubidium	Rb	37	85,48	0,008
Рутений	Ruthenium	Ru	44	101,7	$5 \cdot 10^{-6}$
Самарий	Samarium	Sm	62	150,43	$7 \cdot 10^{-4}$
Свинец	Plumbum	Pb	82	207,21	0,0016
Селен	Selenium	Se	34	78,96	$8 \cdot 10^{-5}$
Сера	Sulphur	S	16	32,06	0,10
Серебро	Argentum	Ag	47	107,880	$1 \cdot 10^{-5}$
Скандий	Scandium	Sc	21	45,10	$6 \cdot 10^{-4}$
Стронций	Strontium	Sr	38	87,63	0,04
Сурьма	Stibium	Sb	51	121,76	$5 \cdot 10^{-5}$
Таллий	Thallium	Tl	81	204,39	$1 \cdot 10^{-5}$
Тантал	Tantalum	Ta	73	180,88	$2,4 \cdot 10^{-5}$

Название		Символ	Порядковый номер	Атомный вес	Распространение в земной коре (в % в. %)
Русское	Латинское				
Теллур	Tellurium	Te	52	127,61	$1 \cdot 10^{-6}$
Тербий	Terbium	Tb	65	159,2	$1 \cdot 10^{-4}$
Титан	Titanium	Ti	22	47,90	0,61
Торий	Thorium	Th	90	232,12	0,001
Тулий	Thulium	Tu	69	169,4	$1 \cdot 10^{-4}$
Углерод	Carb. neum	C	6	12,010	0,35
Уран	Uranium	U	92	238,07	$4 \cdot 10^{-4}$
Фосфор	Phosphorum	P	15	30,98	0,12
Фтор	Fluorum	F	9	19,00	0,08
Хлор	Chlorum	Cl	17	35,457	0,20
Хром	Chromium	Cr	24	52,01	0,03
Цезий	Caesium	Cs	55	132,91	0,001
Церий	Cerium	Ce	58	140,13	0,0029
Цинк	Zincum	Zn	30	65,38	0,02
Цирконий	Zirconium	Zr	40	91,22	0,025
Эрбий	Erbium	Er	68	167,2	$6,5 \cdot 10^{-4}$

Новые трансурановые элементы

(см. стр. 167, 303, 304, 315)

Название	Символ	Порядковый номер
Нептуний	Np	93
Плутоний	Pu	94
Америций	Am	95
Кюрий	Cm	96

Искусственно полученные элементы:

Астатин — № 85, технеций — № 43, франций — № 87 (см стр. 165, 175).

Другие названия элементов

Глициний (во Франции) = бериллий
 Кельтий (во Франции) = гафний
 Колумбий (в Англии и США) = ниобий
 Кассиопей (в Германии) = лютеций
 Нитон (название, данное элементу Рамзаем) = радон
 Эманация (в Германии) = радон

ТАБЛИЦА ИЗОТОПОВ

СТАБИЛЬНЫЕ И ЕСТЕСТВЕННО-РАДИОАКТИВНЫЕ ИЗОТОПЫ И СОДЕРЖАНИЕ ИХ В ПРИРОДНЫХ ОБРАЗЦАХ ЭЛЕМЕНТОВ

Помимо этих изотопов, искусственно получены многочисленные радиоактивные изотопы, общее число которых для каждого элемента указано в графе 5. Достоверность получения этих изотопов неодинакова: получение многих из них вполне достоверно, другие случаи требуют подтверждения. Соответственно этому числа в графе 5 даны в некоторых пределах.

Порядковый номер	Элемент	Массовое число	%-е содержание	Число искусственных изотопов	Порядковый номер	Элемент	Массовое число	%-е содержание	Число искусственных изотопов
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	H	1 2 3	99,98 0,02 нич-тожн. ¹		9	F	19	100	3
2	He	3 4	$\sim 10^{-5}$ ~ 100	1	10	Ne	20 21 22	90,00 0,27 9,73	2
3	Li	6 7	7,5 92,5	1	11	Na	23	100	3—5
4	Be	9	100	2	12	Mg	24 25 26	77,4 11,5 11,1	2
5	B	10 11	18,4 81,6	1 1	13	Al	27	100	3
6	C	12 13	98,9 1,1	3	14	Si	28 29 30	89,6 6,2 4,2	2
7	N	14 15	99,62 0,38	2	15	P	31	100	3
8	O	16 17 18	99,76 0,041 0,20	2	16	S	32 33 34 36	95,1 0,74 4,2 0,016	2

¹ Радиоактивный изотоп водорода H³ — *третий* в природных соединениях водорода встречается в ничтожных количествах. Получен искусственно посредством ядерных реакций. Период полураспада трижды 31 год.

Поряд- ковый номер	Элемент	Мас- совое число	%-е содер- жание	Число искус- ствен- ных изото- пов	Поряд- ковый номер	Элемент	Мас- совое число	%-е содер- жание	Число искус- ствен- ных изото- пов
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
17	Cl	35 37	75,4 24,6	4	26	Fe	54 56 57 58	6,04 91,57 2,11 0,28	3
18	Ar	36 38 40	0,307 0,0601 99,632	3	27	Co	59	100	5
19	K	39 40 ¹ 41	93,38 0,012 6,61	2—3	28	Ni	58 60 61 62 64	67,4 26,7 1,2 3,8 0,88	2
20	Ca	40 42 43 44 46 48	96,96 0,64 0,15 2,06 0,0033 0,19	2—5	29	Cu	63 65	70,13 29,87	3—6
21	Sc	45	100	7	30	Zn	64 66 67 68 70	50,9 27,3 3,9 17,4 0,5	4
22	Ti	46 47 48 49 50	7,95 7,75 73,45 5,51 5,34	3	31	Ga	69 71	61,2 38,8	6—8
23	V	51	100	3—5	32	Ge	70 72 73 74 76	21,2 27,3 7,9 37,1 6,5	4—5
24	Cr	50 52 53 54	4,49 83,78 9,43 2,30	3—1	33	As	75	100	3—6
25	Mn	55	100	5	34	Se	74 76 77 78 80 82	0,9 9,5 8,3 24,0 48,0 9,3	1—6

¹ Изотоп K⁴⁰ обладает естественной радиоактивностью с периодом полураспада 1,42 · 10⁹ лет.

Поряд- ковый номер	Элемент	Мас- совое число	%-е содер- жание	Число искус- ствен- ных изото- пов	Поряд- ковый номер	Элемент	Мас- совое число	%-е содер- жание	Число искус- ствен- ных изото- пов
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
35	Br	79 81	50,6 49,4	7—8	44	Ru	96 98 99 100 101 102 104	5,68 2,22 12,81 12,70 16,98 31,34 18,27	2—4
36	Kr	78 80 82 83 84 86	0,35 2,01 11,53 11,53 57,11 17,47	2—7	45	Rh	103	100	3—7
37	Rb	85 87	72,8 27,2	3—6	46	Pd	102 104 105 106 108 110	0,8 9,3 22,6 27,2 26,8 13,5	2—3
38	Sr	84 86 87 88	0,56 9,86 7,02 82,56	4—9	47	Ag	107 109	51,9 48,1	5—10
39	Y	89	100	3—8	48	Cd	106 108 110 111 112 113 114 116	1,4 1,0 12,8 13,0 24,2 12,3 28,0 7,3	2—7
40	Zr	90 91 92 94 96	48 11,5 22 17 1,5	2—7	49	In	113 115	4,5 95,5	7—12
41	Nb	93	100	2—9					
42	Mo	92 94 95 96 97 98 100	14,9 9,4 16,1 16,6 9,65 24,1 9,25	2—5					

Поряд- ковый номер	Элемент	Мас- совое число	%-е содер- жание	Число искус- ствен- ных изото- пов	Поряд- ковый номер	Элемент	Мас- совое число	%-е содер- жание	Число искус- ствен- ных изото- пов
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
50	Sn	112 114 115 116 117 118 119 120 122 124	1,1 0,8 0,4 15,5 9,1 22,5 9,8 28,5 5,5 6,8	свыш. 12	56	Ea	130 132 134 135 136 137 138	0,101 0,097 2,42 6,59 7,81 11,32 71,66	3-7
51	Sb	121 123	56 44	6-14	57	La	139	100	1-5
52	Te	120 122 123 124 125 126 128 130	<1 2,9 1,6 4,5 6,0 19,0 32,8 33,1	8-13	58	Ce	136 138 140 142	<1 <1 89 11	1-9
53	J	127	100	7-9	59	Pr	141	100	2-5
54	Xe	124 126 128 129 130 131 132 134 136	0,094 0,088 1,90 26,23 4,07 21,17 26,96 10,54 8,95	4-10	60	Nd	142 143 144 145 146 148 150	25,95 13,0 22,6 9,2 16,5 6,8 5,95	3(?)
55	Cs	133	100	3-5	62	Sm	144 147 148 149 150 152 154	3 17 14 15 5 26 20	1-4

Поряд- ковый номер	Элемент	Мас- совое число	%-е содер- жание	Число искус- ствен- ных изото- пов	Поряд- ковый номер	Элемент	Мас- совое число	%-е содер- жание	Число искус- ствен- ных изото- пов
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
63	Eu	151 153	49,1 50,9	2-4	69	Tu	169	100	1
64	Gd	152 154 155 156 157 158 160	0,2 2,86 15,61 20,59 16,42 23,45 20,87	1-2(?)	70	Yb	168 170 171 172 173 174 176	0,06 4,21 14,26 21,49 17,02 29,58 13,38	1-2
65	Tb	159	100	2	71	Lu	175 176	97,5 2,5	1-3
66	Dy	158 160 161 162 163 164	0,1 1,5 22 24 24 28	1	72	Hf	174 176 177 178 179 180	0,18 5,30 18,47 27,13 13,85 35,14	1
67	Ho	165	100	1	73	Ta	181	100	3
68	Er	162 164 166 167 168 170	0,1 1,5 32,9 24,4 26,9 14,2	1-3	74	W	180 182 183 184 185	~0,2 22,6 17,3 30,1 29,8	2
					75	Re	185 187	38,2 61,8	3-5

Поряд- ковый номер	Элемент	Мас- совое число	%-е содер- жание	Число искус- ствен- ных изото- пов	Поряд- ковый номер	Элемент	Мас- совое число	%-е содер- жание	Число искус- ствен- ных изото- пов
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
76	Os	184 186 187 188 189 190 192	0,018 1,59 1,64 13,3 16,1 26,4 41,0	2 (P)	81	Tl ¹	203 204	29,1 70,9	5—8
77	Ir	191 193	38,5 61,5	3 (P)	82	Pb ¹	204 206 207 208	1,5 23,6 22,6 52,3	5—8
78	Pt	192 194 195 196 198	0,8 30,2 35,3 26,6 7,2	1—4	83	Bi ¹	209	100	5
79	Au	197	100	2—5	84—90	радиоактивные семейства (см. стр. 303)			
80	Hg	196 198 199 200 201 202 204	0,15 10,1 17,0 23,3 13,2 29,6 6,7	3—6	90	Th ^{1,2}	232	100	
					92	U ^{1,2}	234 235 238	0,006 0,71 99,2	

¹ Помимо указанных в таблице изотопов, имеются и другие изотопы, обладающие естественной радиоактивностью и являющиеся членами естественных радиоактивных семейств — см. стр. 303.

² Приведенные в таблице изотопы тория и урана обладают незначительной радиоактивностью и относительно устойчивы; их периоды полураспада равны:

Th²³² $1,39 \cdot 10^{10}$ лет
U²³⁸ $2,69 \cdot 10^9$ "

U²³⁵ $7,07 \cdot 10^8$ лет
U²³⁸ $4,51 \cdot 10^9$ "

Распределение электронов в атомах

Поряд- ковый номер	Хими- ческий символ	Электронные слои							Хими- ческий символ	Поряд- ковый номер	Электронные слои						
		K	L	M	N	O	P	Q			K	L	M	N	O	P	Q
1	H	1							Ti	22	2	8	10	2			
2	He	2							V	23	2	8	11	2			
3	Li	2	1						Cr	24	2	8	13	1			
4	Be	2	2						Mn	25	2	8	13	2			
5	B	2	2	1					Fe	26	2	8	14	2			
6	C	2	2	2					Co	27	2	8	14	2			
7	N	2	2	3					Ni	28	2	8	15	2			
8	O	2	2	4					Cu	29	2	8	15	2			
9	F	2	2	5					Zn	30	2	8	16	2			
10	Ne	2	2	6					Ga	31	2	8	18	1			
				7					Ge	32	2	8	18	2			
				8					As	33	2	8	18	3			
									Se	34	2	8	18	4			
11	Na	2	8	1					Br	35	2	8	18	5			
12	Mg	2	8	2					Kr	36	2	8	18	6			
13	Al	2	8	3													
14	Si	2	8	4					Rb	37	2	8	18	7			
15	P	2	8	5					Sr	38	2	8	18	8			
16	S	2	8	6					Y	39	2	8	18	9			
17	Cl	2	8	7					Zr	40	2	8	18	10			
18	Ar	2	8	8					Nb	41	2	8	18	11			
									Mo	42	2	8	18	12			
19	K	2	8	8	1				Ru	43	2	8	18	13			
20	Ca	2	8	8	2				Rn	44	2	8	18	14			
21	Sc	2	8	9	2					45	2	8	18	15			

Поряд- ковый номер	Хими- ческий символ	Электронные слои							Поряд- ковый номер	Хими- ческий символ	Электронные слои						
		K	L	M	N	O	P	Q			K	L	M	N	O	P	Q
46	Pd	2	8	18	18				70	Yb	2	8	18	31	9	2	
47	Ag	2	8	18	18	1			71	Lu	2	8	18	32	9	2	
48	Cd	2	8	18	18	2			72	Hf	2	8	18	32	10	2	
49	In	2	8	18	18	3			73	Ta	2	8	18	32	11	2	
50	Sn	2	8	18	18	4			74	W	2	8	18	32	12	2	
51	Sb	2	8	18	18	5			75	Re	2	8	18	32	13	2	
52	Te	2	8	18	18	6			76	Os	2	8	18	32	14	2	
53	J	2	8	18	18	7			77	Ir	2	8	18	32	15	2	
54	Xe	2	8	18	18	8			78	Pt	2	8	18	32	17	1	
									79	Au	2	8	18	32	18	1	
									80	Hg	2	8	18	32	18	2	
55	Cs	2	8	18	18	8	1		81	Tl	2	8	18	32	18	3	
56	Ba	2	8	18	18	8	2		82	Pb	2	8	18	32	18	4	
57	La	2	8	18	18	9	2		83	Bi	2	8	18	32	18	5	
58	Ce	2	8	18	19	9	2		84	Po	2	8	18	32	18	6	
59	Pr	2	8	18	20	9	2		85	—	2	8	18	32	18	7	
60	Nd	2	8	18	21	9	2		86	Ru	2	8	18	32	18	8	
61		2	8	18	22	9	2										
62	Sm	2	8	18	23	9	2		87	—	2	8	18	32	18	8	1
63	Eu	2	8	18	24	9	2		88	Ra	2	8	18	32	18	8	2
64	Gd	2	8	18	25	9	2		89	Ac	2	8	18	32	18	9	2
65	Tb	2	8	18	26	9	2		90	Th	2	8	18	32	18	10	2
66	Dy	2	8	18	27	9	2		91	Pa	2	8	18	32	18	11	2
67	Ho	2	8	18	28	9	2		92	U	2	8	18	32	18	12	2
68	Er	2	8	18	29	9	2										
69	Tu	2	8	18	30	9	2										

Физические свойства элементов

(плотность газообразных элементов — см. стр. 59, растворимость газов — стр. 52)

Элемент	Плотность	Температура		Элемент	Плотность	Температура	
		плавления	кипения			плавления	кипения
Азот		—210,0	—195,8	Кадмий	8,64	321	767
Алюминий	2,70	658	2270	Калий	8,86	63,5	762,2
Аргон		—189,4	—185,8	Кальций	1,54	851	1240
Барий	3,7	710	1537	Кислород		—218,6	—182,9
Бериллий	1,86	1280	2970	Кобальт	8,8	1490	ок. 2375
Бор	3,3	2300	—	Кремний	2,35	1414	2400
	(крист.)			Криптон		—157,0	—151
Бром	3,14	—7,3	58,7	Ксенон		—112,0	—108,6
Ванадий	5,8	1800	—	Лантан	6,1	810	—
Висмут	9,80	271,0	1560	Литий	0,53	180	1336
Водород		—257,1	—252,7	Магний	1,74	650	1102
Вольфрам	19,1	3370±50	4830	Марганец	7,3	1250	2032
			(вычисл.)	Медь	8,93	1083	2360
Галлий	5,9	29,75	(2300)	Молибден	10,2	2500	ок. 3560
Гафний	13,3	2207	—	Мышьак	5,72	817	630
Гелий		—272,1	—268,9			(под давл. 35 атм.)	(возгон.)
Германий	5,40	958±5	—	Натрий	0,97	97,7	880
Железо	7,86	1530	2840	Неодимий	7,0	840	—
Золото	19,3	1063	2710	Неон		—248,8	—246,3
Индий	7,30	156,4		Никель	8,8	1455	2340
Иод	4,93	113,7	184,35				(под давл. 30 мм)
Иридий	22,5	2454±3					

Элемент	Плотность	Температура		Элемент	Плотность	Температура	
		плавления	кипения			плавления	кипения
Нобий	8,56	1950	—	Таллий	11,85	302	1457
Олово	7,3	231,8	2275	Тантал	16,6	3030	1390
Осий	22,48	2500	—	Теллур	6,24	452	—
Палладий	11,9	1554	—	Титан	4,50	ок. 1800	—
Платина	21,4	1774	3800	Торий	11,7	1842	—
Празеодимий	6,5	940	—	Углерод	3,51	—	—
Радий	—	700	—	алмаз	2,17—2,3	—	—
Рений	21,2	—71	—62	графит	18,7	ок. 1150	—
Родий	12,4	>3200	—	Уран	1,83	44	280,5
Руть	13,596	1966	357	Фосфор	2,20	5,93	—
	(при 0°)	—38,8	—	бел.	2,36	—223	—188
	13,546	—	—	красн.	7,1	—101,5	—33,8
	(при 20°)	39,0	696	мет.	1,87	1765	ок. 2200
Рубидий	1,52	>1950	—	Фтор	28,5	630	670
Рутений	12,26	327	1755	Хлор	7,14	419,4	—
Свинец	11,34	220,2	688	Хром	6,53	1860	—
Селен	4,80	112,8	444,5	Цезий	4,77	—	—
Сера ромб.	2,07	118,95	2152	Церий	—	—	—
Сера монокл.	1,96	960,5	1386	Шник	—	—	—
Серебро	10,50	757	1635	Цирконий	—	—	—
Стронций	2,60	630	—	Эрбий	—	—	—
Сурьма	6,69	—	—	—	—	—	—

Ряд напряжений

Нормальные потенциалы E_h в вольтах относительно нормального водородного электрода; знак перед численным значением потенциала показывает, плюсом или минусом является рассматриваемый электрод. Раствор у электрода содержит 1 грамм-ион в литре.

E_h		E_h	
Li/Li ⁺	—3,02	Fe/Fe ⁺⁺⁺	—0,04
K/K ⁺	—2,92	H/H ⁺	0,00
Ba/Ba ⁺⁺	—2,96	Sb/Sb ⁺⁺⁺	+0,2
Na/Na ⁺	—2,71	Bi/Bi ⁺⁺⁺	+0,28
Sr/Sr ⁺⁺	—2,95	As/As ⁺⁺⁺	+0,3
Ca/Ca ⁺⁺	—2,8	Cu/Cu ⁺	+0,345
Mg/Mg ⁺⁺	—2,35	Co/Co ⁺⁺	+0,4
Mn/Mn ⁺⁺	—1,1	Cu/Cu ⁺	+0,522
Zn/Zn ⁺⁺	—0,76	Ag/Ag ⁺	+0,808
Cr/Cr ⁺⁺	—0,57	Hg/Hg ⁺	+0,793
Cr/Cr ⁺⁺⁺	—0,509	Hg/Hg ⁺⁺	+0,86
Te/Te ⁺⁺	—0,44	Al/Au ⁺	+1,5
Cd/Cd ⁺⁺	—0,40	Au/Au ⁺⁺⁺	+1,38
Tl/Tl ⁺	—0,336	S/S ⁺	—0,55
Co/Co ⁺⁺	—0,255	J (тв.) /J ⁺	+0,53
Ni/Ni ⁺⁺	—0,250	Br (жидк.) /Br ⁺	+1,08
Pt/Pb ⁺⁺	—0,130	Cl (газообр.) /Cl ⁺	+1,36
Sn/Sn ⁺⁺	—0,14	F (газообр.) /F ⁺	+1,9
Sn/Sn ⁺⁺⁺	—0,05		

Округлённые атомные веса некоторых элементов¹

Название	Символ	Атомный вес	Название	Символ	Атомный вес
Азот	N	14	Медь	Cu	64
Алюминий . . .	Al	27	Мышьяк	As	75
Барий	Ba	137	Натрий	Na	23
Бор	B	11	Никель	Ni	59
Бром	Br	80	Олово	Sn	119
Висмут	Bi	209	Платина	Pt	195
Водород	H	1	Ртуть	Hg	201
Железо	Fe	56	Свинец	Pb	207
Золото	Au	197	Сера	S	32
Иод	I	127	Серебро	Ag	108
Кадмий	Cd	112	Стронций	Sr	88
Калий	K	39	Сурьма	Sb	122
Кальций	Ca	40	Углерод	C	12
Кислород	O	16	Фтор	F	31
Кобальт	Co	59	Хлор	Cl	35,5
Кремний	Si	28	Хром	Cr	52
Магний	Mg	24	Цинк	Zn	65
Марганец	Mn	55			

Округлённые молекулярные веса часто применяемых химических соединений и атомных групп

ОКСИДЫ

Азот	N ₂ O — 44	Бор	B ₂ O ₃ — 70
	NO — 30	Железо	FeO — 72
	N ₂ O ₃ — 76		Fe ₂ O ₃ — 160
	NO ₂ — 46		Fe ₃ O ₄ — 232
	N ₂ O ₅ — 108	Калий	K ₂ O — 94
Алюминий	Al ₂ O ₃ — 102	Кальций	CaO — 56
Барий	BaO — 153	Кремний	SiO ₂ — 60
	BaO ₂ — 169	Магний	MgO — 40

Марганец	MnO — 71	Свинец	PbO — 223
	Mn ₂ O ₃ — 158		PbO ₂ — 239
	MnO ₂ — 87	Сера	Pb ₃ O ₄ — 685
	Mn ₂ O ₇ — 222		SO ₂ — 64
Медь	Cu ₂ O — 144		SO ₃ — 80
	CuO — 80	Серебро	Ag ₂ O — 232
Мышьяк	As ₂ O ₃ — 198	Углерод	CO — 28
Натрий	Na ₂ O — 62		CO ₂ — 44
	Na ₂ O ₂ — 78	Фосфор	P ₂ O ₅ — 142
Олово	SnO — 135	Хром	CrO — 68
	SnO ₂ — 151		Cr ₂ O ₃ — 152
Ртуть	HgO — 217		CrO ₃ — 100
		Цинк	ZnO — 81

КИСЛОТЫ

Бескислородные кислоты

см соединения с водородом (стр. 23)

Кислородсодержащие кислоты

Азот	HNO ₂ — 47	Углерод	H ₂ CO ₃ — 62
	HNO ₃ — 63		H ₂ C ₂ O ₄ — 90
Бор	H ₃ BO ₃ — 62		H ₂ C ₂ O ₄ · 2H ₂ O — 126
Кремний	H ₂ SiO ₃ — 78		H(C ₂ H ₃ O ₂) — 60
Марганец	H ₂ MnO ₄ — 121	Фосфор	HPO ₃ — 80
	HMnO ₄ — 120		H ₃ PO ₄ — 98
Мышьяк	H ₂ AsO ₃ — 126		H ₄ P ₂ O ₇ — 178
	H ₃ AsO ₄ — 142	Хлор	HClO — 52,5
Олово	H ₂ SnO ₃ — 169		HClO ₂ — 68,5
Сера	H ₂ SO ₃ — 82		HClO ₃ — 84,5
	H ₂ SO ₄ — 98		HClO ₄ — 100,5
		Хром	H ₂ CrO ₄ — 118
			H ₂ Cr ₂ O ₇ — 218

ОСНОВАНИЯ

Алюминий	Al(OH) ₃ — 78	Медь	Cu(OH) ₂ — 98
Аммоний	NH ₄ OH — 35	Натрий	NaOH — 40
Барий	Ba(OH) ₂ — 171	Олово	Sn(OH) ₂ — 153
Железо	Fe(OH) ₂ — 90	Свинец	Pb(OH) ₂ — 241
	Fe(OH) ₃ — 107	Серебро	AgOH — 125
Калий	KOH — 56	Стронций	Sr(OH) ₂ — 122
Кальций	Ca(OH) ₂ — 74	Цинк	Zn(OH) ₂ — 99
Магний	Mg(OH) ₂ — 58		

¹ Таблицы округлённых атомных и молекулярных весов даны для сокращения вычислений при решении простейших задач.

СОЛИ

Алюминий	AlCl_3 — 133,5
	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ — 213
	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ — 342
Аммоний	$\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ — 210
	NH_4Cl — 53,5
	NH_4NO_3 — 80
	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — 132
	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ — 96
	NH_4HCO_3 — 79
	NH_4CNS — 76
	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ — 252
	$\text{NH}_4(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)$ — 77
Барий	BaCl_2 — 208
	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ — 261
	BaSO_4 — 233
	BaCO_3 — 197
	BaS — 169
Висмут	BiCl_3 — 315,5
Железо	FeCl_2 — 127
	FeCl_3 — 162,5
	FeSO_4 — 152
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 278
	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ — 400
	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ — 242
	FePO_4 — 151
	$\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ — 224
	FeS — 88
	FeS_2 — 120
Калий	KCl — 74,5
	KBr — 119
	KJ — 166
	KNO_3 — 101
	K_2SO_4 — 174
	KHSO_4 — 13
	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ — 258
	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ — 474
	K_2CO_3 — 138
	K_2CrO_4 — 194
	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ — 294
	$\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ — 499
	KClO_3 — 122,5

	K_3PO_4 — 212
	K_2HPO_4 — 174
	KH_2PO_4 — 136
	KCN — 65
	KCNS — 97
	K_2MnO_4 — 197
	KMnO_4 — 158
Кальций	CaCl_2 — 111
	CaOCl_2 — 127
	CaF_2 — 78
	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — 164
	CaSO_4 — 136
	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — 172
	CaCO_3 — 100
	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ — 162
	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ — 310
	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ — 234
	CaS — 72
Магний	MgCl_2 — 95
	MgSO_4 — 120
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 246
	MgCO_3 — 84
Марганец	MnCl_2 — 126
	MnSO_4 — 151
Медь	CuCl — 99,5
	CuCl_2 — 135
	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ — 188
	CuSO_4 — 160
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — 250
	CuCO_3 — 124
	$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ — 222
	CuS — 96
	Cu_2S — 160
Мышьяк	AsCl_3 — 181,5
Натрий	NaCl — 58,5
	NaBr — 103
	NaJ — 150
	NaNO_3 — 85
	Na_2SO_4 — 142
	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — 322
	NaHSO_4 — 120

	Na_2SO_3 — 126
	NaHSO_3 — 104
	Na_2CO_3 — 106
	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — 286
	NaHCO_3 — 84
	Na_3PO_4 — 164
	Na_2HPO_4 — 142
	NaH_2PO_4 — 120
	$\text{Na}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ — 136
	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ — 202
	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — 382
	Na_2SiO_3 — 122
	$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ — 262
	Na_2S — 78
Никель	NiSO_4 — 155
Олово	SnCl_2 — 190
	SnCl_4 — 261
	SnS — 151
	SnS_2 — 183
Ртуть	Hg_2Cl_2 — 473
	HgCl_2 — 272
	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ — 325
	HgS — 233

Свинец	PbCl_2 — 278
	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ — 331
	PbSO_4 — 303
	PbCO_3 — 267
	PbS — 239
	PbCrO_4 — 323
	$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ — 325
Серебро	AgCl — 143,5
	AgBr — 188
	AgJ — 235
	AgNO_3 — 170
	Ag_2S — 248
Стронций	SrCl_2 — 159
	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ — 212
	SrSO_4 — 184
Сурьма	SbCl_3 — 228,5
	Sb_2S_3 — 340
Цинк	ZnCl_2 — 136
	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ — 189
	ZnSO_4 — 161
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 287
	ZnS — 97

СОЕДИНЕНИЯ С ВОДОРОДОМ

Азот	NH_3 — 17	Углерод	CH_4 — 16
Бром	HBr — 81		C_2H_2 — 26
Иод	HI — 128		C_2H_4 — 28
Кремний	SiH_4 — 32		C_2H_6 — 30
Мышьяк	AsH_3 — 78		C_6H_6 — 78
Сера	H_2S — 34	Фосфор	PH_3 — 34
Сурьма	SbH_3 — 125	Хлор	HCl — 36,5

ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ

NO_3 — 62	SiO_3 — 76	CO_3 — 60
NH_4 — 18	SO_4 — 96	FO_4 — 35
OH — 17		

Четырёхзначные мантиссы логарифмов

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	123	456	789
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4812	1721	2529
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4811	1519	2326
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3710	1417	2124
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3610	1316	1923
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	369	1215	1821
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	368	1114	1720
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	358	1113	1618
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	257	1012	1517
18	255	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	257	912	1416
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	247	911	1318
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	246	811	1215
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3344	3365	3385	3404	246	810	1116
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	246	810	1012
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	246	791	1315
24	3807	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	245	791	1214
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	235	791	1214
26	4150	4166	4183	4200	4216	4233	4249	4265	4281	4298	235	781	1113
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	235	689	1113
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	235	689	1112
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	234	679	1012
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	234	679	1011
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	234	678	1011
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	234	578	9111
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	234	568	9101
34	5315	5328	5341	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	234	568	9101
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	224	567	9101
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	224	567	8101
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	223	567	8101
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	223	567	8101
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	223	457	8101
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	223	456	8101
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	223	456	789
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	223	456	789
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	223	456	789
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	223	456	789
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	223	456	789
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	223	456	789
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	223	455	678
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	223	445	678
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	223	445	678
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	223	345	678
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	223	345	678
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	223	345	677
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	222	345	667
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	222	345	667

Четырёхзначные мантиссы логарифмов

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	123	456	789
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	122	345	567
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	122	345	567
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	122	345	567
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	122	345	567
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	122	345	567
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	122	345	566
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	122	345	566
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	122	345	566
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	122	345	566
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	122	345	566
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	122	345	566
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	122	345	566
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	122	345	566
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	122	345	566
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	122	345	566
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	122	345	566
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	122	345	565
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	122	345	565
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	122	345	565
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	122	345	565
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	122	345	565
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	122	345	565
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	122	345	565
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	122	345	565
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	122	345	565
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	122	345	565
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	122	345	565
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	122	345	565
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	122	345	565
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	122	345	565
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	122	345	565
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	122	345	565
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	122	345	565
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	122	345	565
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	122	345	565
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	122	345	565
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	122	345	565
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	122	345	565
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	122	345	565
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	122	345	565
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	122	345	565
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	122	345	565
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	122	345	565
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	122	345	565
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996	122	345	565

Важнейшие свойства неорганических соединений

Пояснения и сокращения. Растворимость для твёрдых и жидких тел дана в граммах безводного вещества в 100 г раствора; для газов — в объёмах газа, растворяющихся в 1 объёме воды.

Величина растворимости выражена условно: не р. — вещество практически не растворимо; м. р. — мало растворимо (растворимость порядка от $1 \cdot 10^{-2}$ до 2—3); х. р. — хорошо растворимо (свыше 3); разлаг. — разлагается (при нагревании); ∞ — вещество смешивается с водой во всех отношениях.

Выражение, подобное $20^{\circ}:25$, обозначает, что при 20° в 100 г раствора содержится 25 г растворённого вещества.

Выражение, подобное «железо сернокислое закисное (7, 5, $1\text{H}_2\text{O}$)», означает, что данное вещество может образовать кристаллы с 7, 5 и 1 молекулой кристаллизационной воды. Приведённые в последующих графах данные о свойствах относятся к соединению, состав которого указан в графе «формула». Например, указаны свойства только $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Название	Формула	Молекулярный вес	Температура плавления	Температура кипения	Растворимость в воде
Азот					
— закись	N_2O	44,02	—90,7	—88,7	$20^{\circ}:0,63$ об.
— окись	NO	30,01	—163,7	—151,8	$20^{\circ}:0,05$ об.
— азотистый ангидрид	N_2O_3	76,02	—102	—10 разлаг.	при растворении в воде даёт HNO_3 и NO
— двуокись	$\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ (бесцветная жидкость) (бурый газ)	92,02	—10 (жидк.)	21,2	То же
— азотный ангидрид, пятиокись	N_2O_5	108,02	30	45—50	при растворении в воде даёт HNO_3
— азотистая кислота	HNO_2	47,02	известна в разбавленных растворах		

— азотная кислота	HNO_3	63,02	—41,3	86 разлаг.	см. табл. стр. 55
— азотистоводородная кислота	HN_3	43,03	—80	+37	х. р.
— аммиак	NH_3	17,03	—77,7	—33,4	см. табл. стр. 58
— аммоний азотнокислый, азотноаммониевая соль	NH_4NO_3	80,05	165	200 разлаг.	х. р.
— сернокислый, серноаммониевая соль	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	132,15	513	разлаг.	х. р.
— хлористый	NH_4Cl	53,50	возгон. при 335°	разлаг.	см. стр. 51

Алюминий

— окись	Al_2O_3	101,94	2050	2980	не р.
— гидрат окиси	$\text{Al}(\text{OH})_3$	77,99	—	—	не р.
— двойная сернокислая соль калия и алюминия, квасцы алюминиевые	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ или сокращённо $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	948,76	—	—	см. стр. 51
— хлористый безводный	AlCl_3	474,38 133,34	— 190 (под давл. 2,5 ат)	— 183	х. р.
— хлористый водный	$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	241,45	—	—	х. р.

Барий

— окись	BaO	153,4	ок. 2000°	—	при растворении в воде даёт $\text{Ba}(\text{OH})_2$
— перекись	BaO_2	169,4	разлаг.	—	разлаг.
— гидрат окиси, едкий барит	$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	315,5	78 (непост.)	—	см. стр. 50

Название	Формула	Молекулярный вес	Температура плавления	Температура кипения	Растворимость в воде
— азотнокислый, азотно-бариевая соль	$Ba(NO_3)_2$	261,4	592	—	20°: 8,1
— сернистый	BaS	169,5	—	—	х. р.
— сернокислый, сернобариевая соль	$BaSO_4$	233,5	1580	—	см. стр. 50
— углекислый, углебариевая соль	$BaCO_3$	197,4	ок. 1740	—	не р.
— хлористый	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	244,4	ок. 960	—	см. стр. 51
— хромовокислый, хромовобариевая соль	$BaCrO_4$	253,4	—	—	не р.
Бор					
— окись, борный ангидрид	B_2O_3	69,64	577	—	при растворении в воде даёт H_3BO_3
— борная кислота (орто)	H_3BO_3	61,84	разлаг.	—	0°: 2,59; 100°: 28,1
Бром					
— бромистый водород . .	HBr	80,93	—86,0	—68,7	х. р.
Водород					
— перекись	H_2O_2	34,02	—0,89	80,2 (при 47 мм)	∞

Железо

— закись	FeO	71,84	1377	—	не р.
— окись	Fe_2O_3	159,68	1565	—	не р.
— закись-окись	Fe_3O_4	231,52	1527	—	не р.
— гидрат закиси	$Fe(OH)_2$	89,86	—	—	18°: $9,6 \cdot 10^{-3}$
— гидрат окиси	$Fe(OH)_3$	106,86	—	—	не р.
— сернистое	FeS	87,91	1170—97	—	не р.
— сернокислое закисное, серножелезная соль закиси ($7,5, 1H_2O$) . . .	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	278,02	—	—	х. р.
— сернокислое окисное, серножелезная соль окиси ($10, 9, 3H_2O$) .	$Fe_2(SO_4)_3$	399,89	—	—	х. р.
— фосфорнокислое, фосфорножелезная соль .	$FePO_4 \cdot 2H_2O$	186,91	—	—	не р.
— хлористое ($4, 2, H_2O$) .	$FeCl_2$	126,76	—	—	х. р.
— хлорное безводное . .	$FeCl_3$	162,22	302	—	х. р.
— хлорное ($6, 3\frac{1}{2}, 2\frac{1}{2}H_2O$) . . .	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	270,32	37	—	х. р.

Иод

иодистый водород . .	HI	127,93	—50,8	—35,7	х. р.
----------------------	----	--------	-------	-------	-------

Калий

— окись	K_2O	94,2	при темп. красного каления	—	при растворении в воде даёт KOH
— гидрат окиси, едкое кали ($4, 2, 1H_2O$) . .	KOH	56,11	360,4 (безводи.)	1324	см. стр. 50

Название	Формула	Молекулярный вес	Температура плавления	Температура кипения	Растворимость в воде
— азотнокислый, азотнокалиевая соль, селитра	KNO_3	101,11	336	—	см. стр. 51
— бромистый	KBr	119,02	728	1380	см. стр. 51
— двуххромовокислый, двуххромовокалиевая соль	$K_2Cr_2O_7$	294,22	395	—	х. р.; 20°: 11,6
— железистосинеродистый, железистосинеродистокалиевая соль	$K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$	422,34	—	—	х. р.; 20°: 19,7
— железосинеродистый, железосинеродистокалиевая соль	$K_3Fe(CN)_6$	329,19	—	—	х. р.; 15,6°: 29,0
— иодистый	KI	166,02	680	1329—30	см. стр. 51
— марганцевоокислый, марганцевокалиевая соль	$KMnO_4$	158,03	разлаг. > 200	—	25°: 7,6
— сернокислый					
— сернокислый кислый, гидросернокалиевая соль, бисульфат калия ($11H_2O$)	$KHSO_4$	136,18	210	разлаг. с образ. $K_2S_2O_7$	х. р.; 0°: 25,3
— сернокислый, сернокалиевая соль	K_2SO_4	174,27	1067	—	х. р.; 20°: 10
— углекислый, углекалиевая соль	K_2CO_3	138,20	891	—	х. р.; 25°: 53,2
— фосфорнокислый					
— фосфорнокислый кислый, однозамещенный, дигидрофосфорнокалиевая соль	KH_2PO_4	136,16	при плавл. перех. в KPO_3	—	х. р.; 25°: 20,1

— фосфорнокислый					
— фосфорнокислый кислый, двузамещенный, гидрофосфорнокалиевая соль	K_2HPO_4	174,25	—	—	х. р.
— фосфорнокислый, фосфорнокалиевая соль	K_3PO_4	212,34	1340	—	х. р.
— хлористый	KCl	74,56	~768	1415	см. стр. 51
— хлорноватоокислый, хлорноватокалиевая соль	$KClO_2$	122,56	370	разлаг.	см. стр. 51
— хромовокислый, хромовокалиевая соль	K_2CrO_4	194,21	975	—	х. р.; 20°: 38,6
— двуххромовокислый, хромпик	$K_2Cr_2O_7$	294,22	395	—	20°: 11,6; 100°: 50,5
Кальций					
— окись	CaO	56,07	2572	—	с водой даёт $Ca(OH)_2$
— гидрат окиси	$Ca(OH)_2$	74,09	разлаг.	—	см. стр. 50
— карбид	CaC_2	64,07	2300	—	с водой реагирует с образованием C_2H_2 и $Ca(OH)_2$
— азотнокислый, азотнокальциевая соль	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	236,13	561 (безводн.); кристалл. плав. при 42,5°	—	х. р.; 18°: 54,8
— сернокислый, сернокальциевая соль	$CaSO_4$	136,14	1450	—	см. стр. 50
— углекислый, углекалиевая соль	$CaCO_3$	100,07	разлаг.	—	см. стр. 50

Название	Формула	Молекулярный вес	Температура плавления	Температура кипения	Растворимость в воде
— фосфорнокислый кислый однозамещённый, дигидрофосфорнокальциевая соль	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	252,20	—	—	реагир. с водой
— фосфорнокислый кислый двузамещённый, гидрофосфорнокальциевая соль	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	172,14	—	—	м. р.; 25°: 0,02
— фосфорнокислый, фосфорнокальциевая соль	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	310,20	1670	—	реагир. с водой
— фтористый	CaF_2	78,07	1330	—	не р.
— хлористый	CaCl_2	110,99	774	—	см. стр. 51
— хлористый кристалл .	$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	219,05	29,5	—	х. р.
Кислород					
— озон	O_3	48,00	—251,5	—112	0°: 0,49 об., разлаг.
Кремний					
— двуокись	SiO_2	60,06	1470 (кварц.)	2590	не р.
— кремниевая кислота .	H_2SiO_3	78,08	в чистом виде не выделена: известны соли		
— кремневодород, моносилан	SiH_4	32,09	—185	—112	с водой медленно реагирует, образуя SiO_2 и H_2
— четырёххлористый . .	SiCl_4	169,90	—68,7	57	с водой даёт $\text{Si}(\text{OH})_4$ и HCl

Магний					
— окись	MgO	40,32	>2500	2800	с водой лает $\text{Mg}(\text{OH})_2$
— гидрат окиси	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	58,34	—	—	не р.
— азотнокислый, азотно-магнелиевая соль	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	256,43	99 (непост.)	—	20°: 41,2
— сернокислый, серномагнелиевая соль	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	246,50	1120 (безводн.)	—	см. стр. 51
— углекислый, углемангелиевая соль (1, 2, 3, 4, 5H ₂ O)	MgCO_3	84,32	—	—	при обыкн. темп.: 0,011
Марганец					
— закись	MnO	70,93	1650	—	не р.
— окись	Mn_2O_3	157,86	ок. 940° (разлаг.)	—	не р.
— двуокись	MnO_2	86,93	диссоц. выше 530°	—	не р.
— марганцевый ангидрид	Mn_2O_7	221,86	(жидкость)	выше 50° распад со взрывом	—
— марганцевая кислота .	HMnO_4	119,94	—	—	известна только в растворах
— сернокислый, серномарганцевая соль	$\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	277,0	700 (безводн.)	—	25°: 39,3
Медь					
— закись	Cu_2O	143,14	>1230	—	не р.
— окись	CuO	79,57	1148	—	не р.
— гидрат окиси	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	97,58	—	—	не р.

Название	Формула	Молекулярный вес	Температура плавления	Температура кипения	Растворимость в воде
— азотнокислая, азотно-медная соль (9, 6, 3, 1H ₂ O)	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	241,63	—	—	х. р.; 20°: 55,6
— сернистая закисная	Cu_2S	159,21	1130	—	не р.
— сернистая окисная . .	CuS	95,64	диссоц. при темп. красного каления	—	не р.
— сернокислая, серномедная соль	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	249,72	теряет воду при 258°	—	см. стр. 51
— углекислая основная, углемедная соль	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	221,16	разлаг. при 200°	—	не р.
— хлористая	CuCl	99,03	425	1000	м. р.; 25°: 1,5
— хлорная	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	170,52	630 (безводн.)	—	х. р.; 17°: 43,1
Мышьяк					
— мышьяковистый ангидрид	As_2O_3	197,92	возгон.	—	с водой даёт H_3AsO_3
— мышьяковый ангидрид	As_2O_5	229,92	разлаг. при темп. красного каления	—	с водой даёт H_3AsO_4
— мышьяковистая кислота	H_3AsO_3	126,0	изв. в растворах	—	

— мышьяковая кислота (орто)	H_3AsO_4	151,0	разлаг. при нагр.	—	0°: 81,0
— мышьяковая кислота (мета)	HAsO_3	123,97	разлаг. при темп. красн. каления	—	при растворении даёт H_3AsO_4
— мышьяковистый водород	AsH_3	77,98	—114	—55	1 об. растворяется в 5 об. хол. воды
Натрий					
— окись	Na_2O	62,00	при темп. красн. каления	—	с водой даёт NaOH
— перекись (8H ₂ O) . . .	Na_2O_2	78,0	—	—	с водой даёт NaOH и O_2
— гидрат окиси, едкий натр (1, 2, 3 1/2 H ₂ O) .	NaOH	40,01	322	1388	см. стр. 52
— азотнокислый, азотно-натриевая соль	NaNO_3	85,01	309	—	см. стр. 53
— бромистый (0, 2, 5H ₂ O)	$\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	138,95	740 (безводн.)	1395	х. р.; 20°: 47,5
— бура, тетраборнонатриевая соль	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	381,43	741 (безводн.)	—	10°: 1,6
— двуххромовокислый, двуххромовонатриевая соль	$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	298,05	320 (безводн.)	—	х. р.; 0°: 62
— иодистый	$\text{NaI} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	185,95	661,4 (безводн.)	1300	х. р.; 20°: 64,2
— мышьяковокислый, мышьяковонатриевая соль	$\text{Na}_3\text{AsO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	424,15	—	—	при обыкн. темп. 10,7

Название	Формула	Молекулярный вес	Температура плавления	Температура кипения	Растворимость в воде
— сернистокислый, сернистонатриевая соль . . .	$\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	252,18	—	—	х. р.; 20°: 20,3
— сернистый	$\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	240,21	920 (безводн.)	—	х. р.; 18°: 15,3
— серноватистокислый, серноватистонатриевая соль	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	248,22	при 48° переходит в соль с $2\text{H}_2\text{O}$	—	х. р.; 20°: 41,2
— сернокислый, сернонатриевая соль ($10\text{H}_2\text{O}$) .	Na_2SO_4	142,07	884 (безводн.)	—	см. стр. 51
— сернокислый кислый, сернонатриевая кислая (гидросернонатриевая) соль	$\text{NaHSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	138,09	—	—	х. р.
— углекислый, угленатриевая соль	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	286,16	852 (безводн.)	—	см. стр. 51
— углекислый кислый, угленатриевая кислая (гидроугленатриевая) соль	NaHCO_3	84,01	при нагр. разлаг.	—	х. р.; 20°: 8,8
— фосфорнокислый кислый однозамещённый, дигидрофосфорнонатриевая соль	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	138,07	—	—	х. р.; 18°: 45,0

- кислый двузамещённый, гидрофосфорнонатриевая соль
- трёхзамещённый, фосфорнонатриевая соль ($7, 10, 12\text{H}_2\text{O}$)
- хлористый

О л о в о

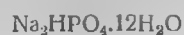
- двуокись
- хлористое
- хлорное ($3, 5, 8\text{H}_2\text{O}$) .

Р т у т ь

- окись
- хлористая
- хлорная

С в и н е ц

- окись
- перкись
- сурик свинцовый .
- азотнокислый, азотиосвинцовая соль



358,24

—

—

20°: 7,2



380,23

—

—

15°: 9,5



58,46

800

1440

см. стр. 51

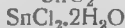


150,7

1127(?)

—

не р.



225,64

241

603,25

х. р.; 15°: 7,3



260,54

(безводн.)
—33(безводн.)
113,9

х. р. (частично разлаг.)



216,6

—

—

не р.



236,06

302

383,2

см. стр. 51



271,52

275

301

см. стр. 51



223,2

880

1470

20°: 0,017



239,2

разлаг. при нагр.

—

не р.



685,6

разлаг. при нагр.

—

не р.



331,2

разлаг. выше 200°

—

см. стр. 51

Название	Формула	Молекулярный вес	Температура плавления	Температура кипения	Растворимость в воде
— сернистый	PbS	239,3	1110	—	не р.
— сернокислый, серно-свинцовая соль	PbSO ₄	303,3	ок. 1110	—	не р.
— уксуснокислый, уксусносвинцовая соль	Pb(CH ₃ COO) ₂ ·3H ₂ O	379,2	280	—	х. р. в хол. воде
— хромовокислый, хромовосвинцовая соль	PbCrO ₄	323,2	844	—	не р.
Сера					
— двуокись, сернистый ангидрид	SO ₂	64,07	—72,1	—10,0	см. стр. 52
— трёхокись, серный ангидрид, α-форма	SO ₃	80,07	16,8	44,6	с водой лаёт H ₂ SO ₄
— сероводород, сернистый водород	H ₂ S	34,09	—85,6	—60,7	см. стр. 52
— сернистая кислота	H ₂ SO ₃	82,09	10,49	известна в растворах 33% (днссоц.)	∞; см. стр. 53
— серная кислота	H ₂ SO ₄	98,09			
Серебро					
— окись	Ag ₂ O	231,76	разлаг. ок. 300°	—	не р.
— азотнокислое, азотно-серебряная соль	AgNO ₃	169,89	208,5	—	см. стр. 51

177

— бромистое	AgBr	187,80	422	—	см. стр. 50
— иодистое	AgI	234,80	552	—	см. стр. 50
— хлористое	AgCl	143,34	455	—	см. стр. 50
— фтористое (2, 4H ₂ O)	AgF	126,88	435	—	х. р.; (4H ₂ O) 15,5°: 57,5
Стронций					
— окись	SrO	103,6	2430	—	при растворении в воде даёт Sr(OH) ₂
— гидрат окиси	Sr(OH) ₂ ·8H ₂ O	265,74	—	—	см. стр. 50
Сурьма					
— пятиокись, сурьмяный ангидрид	Sb ₂ O ₅	323,6	разлаг. при 300°	—	не р.
— хлористая	SbCl ₃	228,2	73,2	219	х. р.; в больших колнч. воды разлагается
Углерод					
— окись, угарный газ	CO	28,0	—205,1(115 мм)	—191,4	см. стр. 52
— двуокись, угольный ангидрид	CO ₂	44,0	—57(5,1 ат)	возгон. при —78,5	см. стр. 52
— сероуглерод	CS ₂	76,14	—112	46,2	м. р.; 20°: 0,18
— четырёххлористый	CCl ₄	153,84	—23,7	76,6	м. р.

Название	Формула	Молекулярный вес	Температура плавления	Температура кипения	Растворимость в воде
Фосфор					
— фосфорный ангидрид .	P_2O_5	142,08	563	—	при растворении в воде даёт HPO_3
— метафосфорная кислота	HPO_3	80,05	—	—	х. р.
— ортофосфорная кислота	H_3PO_4	98,06	37—41	—	х. р.
— пиррофосфорная кислота	$H_4P_2O_7$	178,11	61	—	х. р.
— фосфористый водород	PH_3	34,06	(кристалл.) —133	—87,4	17°: 0,26 об.
— фосфоний иодистый .	PH_4I	161,99	возгон. при 61,8	—	х. р.
Фтор					
— фтористый водород .	HF (или H_2F_2)	20,01 (40,02)	—92,3	19,5	
Хлор					
— хлорноватая кислота .	$HClO_3$	84,47	изв. в растворах		
— хлористый водород .	HCl	36,47	—114	—85	см. стр. 52

172

Хром					
— окись	Cr_2O_3	152,0	2140	—	не р.
— хромовый ангидрид .	CrO_3	100,01	196	—	х. р.; 15°: 62,4
— гидрат окиси	$Cr(OH)_3$	103,03	—	—	не р.
— сернокислый, сернохромовая соль	$Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	716,4	—	—	х. р.; 20°: 55
— хромокалиевые квасцы, двойная сернокалиевохромовая соль	$KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	499,4	89 (непост.)	—	х. р.; 25°: 11,1
— хлористый	$CrCl_2$	122,93	—	—	х. р.
— хлорный	$CrCl_3$	158,4	—	возгон.	не р.
Цинк					
— окись	ZnO	81,37	—	возгон. при 1800	не р.
— гидрат окиси	$Zn(OH)_2$	99,39	—	—	не р.
— сернистый	ZnS	97,44	1800 (под давлением)	возгон. при 1182	не р.
— сернокислый, серноцинковая соль	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	287,55	безводный плав. при красн. калении	—	х. р.; 25°: 36,6
— хлористый (1, $4H_2O$) .	$ZnCl_2$	136,29	365 (безводн.)	730	20°: 78,6

Важнейшие свойства органических соединений

Пояснения и сокращения. В графе «темпл. плавл.» буква ж. означает жидкость; в графе «темпл. кипен.» выражение $233/15$ означает, что вещество кипит при температуре 233° под давл. 15 мм; в графе «растворимость»: В. — в воде, Сп. — в спирте, пл. — плохо, х. —

хорошо, ∞ — смешивается во всех отношениях, р. — растворимо, не р. — нерастворимо; цифры выражают растворимость в граммах в 100 г растворителя; если рядом даны две цифры, то первая обозначает растворимость при обычной температуре, вторая — при нагревании

Название	Формула	Мол. вес.	Темп. плавл.	Темп. кипен.	Растворимость	
					В.	Сп.
Акролеин	$\text{CH}_2 : \text{CH} \cdot \text{CHO}$	56,03	—	52	50—33	р.
Ализарин	$\text{C}_6\text{H}_4 \begin{array}{c} \diagup \text{CO} \diagdown \\ \diagdown \text{CO} \diagup \end{array} \text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_2$	240,06	289	430	0 : 0,03	р.
Амилеи	$\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH} : \text{CH} \cdot \text{CH}_3$	70,08	—147	36	не р.	р.
Амниоуксусная кислота	$\text{NH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$	75,05	232—236	разлаг.	23	0,2
Анилин	$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NH}_2$	93,06	—6	184	3,6	∞
Антрахинон	$\text{C}_6\text{H}_4 \begin{array}{c} \diagup \text{CO} \diagdown \\ \diagdown \text{CO} \diagup \end{array} \text{C}_6\text{H}_4$	208,06	286	381	не р.	пл.
Антрацен	$\text{C}_6\text{H}_4 \begin{array}{c} \diagup \text{CH} \diagdown \\ \text{CH} \\ \diagdown \text{CH} \diagup \end{array} \text{C}_6\text{H}_4$	178,08	217	351	не р.	пл.
Аспирин	$\text{C}_6\text{H}_4 \begin{array}{c} \diagup \text{OCOCH}_3 \\ \diagdown \text{COOH} \end{array}$	180,06	135	разлаг.	0,3	х.
Атропии	$\text{C}_{17}\text{H}_{23}\text{O}_3\text{N}$	289,19	115		0,13; 0,33	х.
Ацетальдегид	CH_3CHO	44,03	—123	20	∞	∞

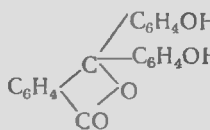
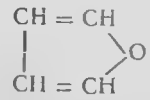
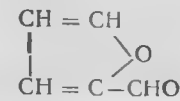
Ацетилен	$\text{CH} : \text{CH}$	26,02	—81,5 (пол давл. 891 мм)	—84 (возгон.)	0,12	
Ацетон	$\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$	58,05	—94	56	∞	∞
Ацетоуксусный эфир	$\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOC}_2\text{H}_5$	130,08	<—80	180	пл.	∞
Ацетофенон	$\text{CH}_3\text{COC}_6\text{H}_5$	120,06	20	202	пл.	∞
Бензойная кислота	$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{COOH}$	122,05	121	249 (возг. свыше 106 $^{\circ}$)	0,27	58,4
Бензойный альдегид	$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CHO}$	106,06	—26	179	<0,33	р.
Бензол	C_6H_6	78,05	6	80	не р.	∞
Бензолсульфокислота	$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{SO}_3\text{H} \cdot \text{H}_2\text{O}$	176,13	44	136	х.	х.
Бромбензол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$	156,96	—31	156	—	р.
Бромистый бензил	$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CH}_2\text{Br}$	170,98	—4	199	—	
Бромистый этилен	$\text{CH}_2\text{Br} \cdot \text{CH}_2\text{Br}$	187,87	8	131	не р.	р.
Бутадиен (дивинил)	$\text{CH}_2 : \text{CH} \cdot \text{CH} : \text{CH}_2$	54,05	—	5	—	
Бутилами (норм.)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{NH}_2$	73,10	—46	77	∞	р.
Бутилен (α)	$\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH} : \text{CH}_2$	56,06	—	—5	—	
Бутиловый спирт	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$	74,08	—80	117	7,4	
Бутиловый « (изо) »	$(\text{CH}_3)_2\text{CH} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$	74,08	—108	108	9,5	
Винная кислота	$\text{CO}_2\text{H}(\text{CHON})_2\text{CO}_2\text{H}$	150,05	170	—	138; 343	25

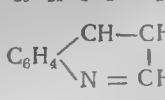
Название	Формула	Мол. вес	Темп. плавл.	Темп. кипен.	Растворимость	
					В.	Сп.
Гваякол (1, 2)	$\text{C}_6\text{H}_4 \begin{cases} \text{OH} \\ \text{OCH}_3 \end{cases}$	124,06	32	205	1,86	х.
Гексан (норм.)	C_6H_{14}	86,11	—94	69		р.
Гептаконтан	$\text{C}_{70}\text{H}_{142}$	983,8	105			
Гликоль	$\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$	62,05	—12	197	∞	∞
Глицерин	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	92,06	19	290	∞	∞
d — Глюкоза	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	180,1	146	—	р.	
Диметиламин	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	45,06	—76	8	х.	р.
Диэтиламин	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$	73,10	—39	56	х.	р.
Диэтилкетон	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{CO}$	86,08	ж.	101	4,16	р.
Изоамиловый спирт (первичн.)	$(\text{CH}_3)_2\text{CH} \cdot \text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	88,10	ж.	130	2,6	р.
Изобутан	$\text{CH}(\text{CH}_3)_3$	58,08	—	—10		
Изовалерьяново-изо- амиловый эфир	$\text{C}_4\text{H}_9 \cdot \text{COO} \cdot \text{C}_5\text{H}_{11}$	172,16	ж.	190	пл.	∞
Изопрен	$\text{CH}_2 : \underset{\text{CO}}{\text{C}}(\text{CH}_3) \underset{\text{CO}}{\text{CH}} : \text{CH}_2$	68,06	ж.	34		
Индиго	$\text{C}_6\text{H}_4 \begin{matrix} \diagup & & \diagdown \\ \text{C} & : & \text{C} \\ \diagdown & & \diagup \end{matrix} \begin{matrix} \text{NH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{matrix} \begin{matrix} \diagup & & \diagdown \\ \text{C} & : & \text{C} \\ \diagdown & & \diagup \end{matrix} \text{C}_6\text{H}_4$	262,1	390—392	возг.	не р.	не р.
Иодистый метил	CH_3I	141,94	—66	43	1,8	∞
Иодистый этил	$\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$	155,96	—111	72	0,40	р.

Иодоформ	CHI_3	393,77	119	возг.	не р.	1,5
Карболовая кислота . .	см. фенол					
Кофеин	$\text{CH}_3 \cdot \text{N} \cdot \text{CO} \cdot \text{C} \cdot \text{N} \cdot \text{CH}_3$ $\text{CO} \cdot \text{N} \cdot \text{C} \cdot \text{N} \cdot \text{CH}$ CH_3	194,11	236	возг.	2,13	2,3
Ксилол орто	$(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_4$	106,08	—27	141	не р.	р.
» мета			—54	139		
» пара			—15	136		
Масляноэтиловый эфир	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_2\text{H}_5$	116,10	—93	121	0,5	р.
Масляная кислота (норм.)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	88,06	—8	162	∞	∞
Метан	CH_4	16,03	—184	—161,4	0	пл.
Метиламин	CH_3NH_2	31,05	—7,9	—6	р.	р.
Метиланилин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCH}_3$	107,08	—57	196	не р.	∞
Метиловый спирт . . .	CH_3OH	32,03	—98	65	∞	∞
Метилфенил кетон . .	см. ацетофенол					
Мочевина	NH_2CONH_2	60,05	133	возг.	100	20
Муравьиноэтиловый эфир	HCOOC_2H_5	74,05	—81	54	9,4	р.
Муравьиный альдегид	см. формальдегид					
Муравьиная кислота .	HCOOH	46,02	8	101		р.
Нафталин	C_{10}H_8	128,06	80	218	0	5,3
Нафтол (α)	$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{OH}$	144,06	96	280	0; пл.	р.
Нафтол (β)		144,06	122	286	0; пл.	р.

Название	Формула	Мол. вес.	Темп. плавл.	Темп. кипей.	Растворимость	
					в.	сп.
Никотин	$C_{10}H_{14}N_2$	162,13	ж.	247	∞	∞
Нитробензол	$C_6H_5NO_2$	123,05	9	211	0	р.
Нитрометан	CH_3NO_2	61,03	-29	102	пл.	
Нитропропан (α)	$CH_3CH_2CH_2NO_2$	89,06	ж.	131	не р.	
Нитротолуол орто	$CH_3 \cdot C_6H_4NO_2$	137,06	-4	222	не р.	р.
» мета			15	231		
» пара			57	238		
Нитроэтан	$C_2H_5NO_2$	75,05	ж.	114	не р.	
о-Оксибензойная кислота (орто) (салициловая кислота)	$OH \cdot C_6H_4COOH$	138,05	155	возг.	0,23—0,4	50
Олеиновая кислота	$C_{17}H_{33}COOH$	282,27	14	233/15	не р.	∞
Пальмитиновая кислота	$C_{15}H_{31}COOH$	256,26	62	215/15	не р.	9,2
Пентан (норм.)	C_5H_{12}	72,10	-131	36		
Пикриновая кислота	$OH \cdot C_6H_2(NO_2)_3$	229,05	122	взр.	1,2; 7,2	6,2; 66,2
Пиридин	C_5H_5N	79,05	-42	116	∞	∞
Пиррол	$CH:CH$ $ \quad \diagup$ $CH:CH \quad NH$	67,05	ж.	131		р.
Пропан	C_3H_8	44,06	-190	-45		

Пропилен	C_3H_6	42,05		-50	пл.	0,28
Пропионовая кислота	C_2H_5COOH	74,05	-22	141	∞	р.
Салициловая кислота	см. о-Оксибензойная					
Сахарин	$C_6H_4 \begin{matrix} \diagup CO \diagdown \\ \diagdown SO_2 \diagup \end{matrix} NH$	183,12	223		0,29	3,33
Сахароза	$C_{12}H_{22}O_{11}$	342,18	ок. 160	разлаг.	190	
Серный эфир	$C_2H_5 \cdot O \cdot C_2H_5$	74,08	-117	35	7,5	∞
Стеариновая кислота	$C_{17}H_{35}COOH$	284,29	69	232/15	0,03	2,0
Стрихнин	$C_{21}H_{22}O_2N_2$	334,19	268	270/5	пл.	р.
Толуидин орто	$CH_3 \cdot C_6H_4 \cdot NH_2$	107,08	-24	201	0,7	р.
» мета			ж.	203		
» пара			45	200		
Толуол	$C_6H_5 \cdot CH_3$	92,06	-95	111	не р.	р.
Триметиламин	$(CH_3)_3N$	59,08	<-75	ок.-3	91	х.
Тринитротолуол (α)	$(NO_2)_3C_6H_2CH_3$	227,06	81		1,6; >10	пл. р.
Тринитротолуол (β)			112			
Трифенилметан	$(C_6H_5)_3CH$	244,13	92	359		р. (при нагревании) ∞
Уксусная кислота	CH_3COOH	60,03	17	118	∞	∞
Уксусноамидный (изо) эфир	$CH_3COO \cdot C_5H_{11}$	130,11	ж.	137—145	0,25	р.
Уксусноэтиловый эфир	$CH_3COO \cdot C_2H_5$	88,06	-83	77	8,6	∞
Уксусный альдегид (ацетальдегид)	$CH_3 \cdot CHO$	44,03	-123	20	∞	∞

Название	Формула	Молек. вес	Темп. плавд.	Темп. кипен.	Растворимость	
					В.	Сп.
Уксусный ангидрид	$(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$	102,05	ж.	140	11; медл. переходит в уксусную кислоту	
Уротропин	$(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$	140,13		разлаг.	х.	14,3
Фенацетин	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O} \cdot \text{C}_6\text{H}_4\text{NH} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$	179,11	135		0,07	6,25
Фенол (карболовая кислота)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	94,05	41	181	6; ∞	∞
Фенолфталеин		318,11	261	—	пл.	х.
Формальдегид	HCHO	30,02	—92	—21	р.	р.
Фруктоза	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	180,10	95	разлаг.		
Фуксин	$\text{C}_{20}\text{H}_{22}\text{N}_3\text{Cl}$	337,64			0,27	р.
Фуран		68,03	ж.	32	не р.	р.
Фурфурол		96,03	—31	162	9,1	р.

Хинин	$\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{O}_2\text{N}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	324,21	57		0,06	х.
Хинолин		129,06	—23	238		р.
Хлористый метил	CH_3Cl	50,48	—92	—24	4,1	9,85
Хлористый этил	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$	64,50	—139	13	пл.	∞
Хлоропрен	$\text{CH}_2 : \text{CH} \cdot \text{CCl} : \text{CH}_2$	88,5	—	59,4	—	—
Хлороформ	CHCl_3	119,39	—63	61	0,82	х.
Хлорпикрин	CCl_3NO_2	164,39	—69	112	не р.	370
Циклогексан	C_6H_{12}	84,1	8	81		
Циклопропан	C_3H_6	42,05	—126,6	—34		
Щавелевая кислота	$\text{COOH} \cdot \text{COOH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	126,05	189 (безв.)	возг.	8; 120	23,7
Этан	C_2H_6	30,05	—172	—93	пл.	0,008
Этиламин	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	45,06	—81	11	∞	∞
Этилацетилен	$\text{C}_2\text{H}_5\text{C} : \text{CH}$	54,05	—130	18		
Этилбензол	$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{C}_2\text{H}_5$	106,08	—94	136	0	
Этилен	$\text{CH}_2 : \text{CH}_2$	28,03	—169	—102	пл.	р.
Этиловый спирт	$\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{OH}$	46,05	—114	78	∞	∞
Этиловый эфир	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	74,08	—117	35	7,5	∞
Янтарная кислота	$\text{COOH} (\text{CH}_2)_2 \text{COOH}$	118,05	183	235 разлаг.	6,8; 60,4	7,0

Растворимость некоторых твёрдых веществ в воде

ОСНОВАНИЯ

Растворимость дана в граммах безводного вещества в 100 мл воды; в скобках дана растворимость в граммах безводного вещества в 100 г раствора

NaOH	18°—107 (51,7)	Ba(OH) ₂	20°—3,9 (3,8)
	40°—129 (56,4)		50°—13,4 (11,8)
	80°—313,3 (75,8)		78°—120 (51,5)
		Sr(OH) ₂	20°—0,82 (0,81)
KOH	15°—107 (51,7)		50°—2,6 (2,50)
	49°—141 (58,5)		80°—8,4 (7,70)
	88,5°—167 (62,5)	Ca(OH) ₂	20°—0,16 (0,16)
			0° 0,13 (0,13)
			81°—0,09 (0,09)

СОЛИ

Малорастворимые соли

Приводимые ниже значения растворимости в граммах в 100 г раствора практически равны растворимости в граммах на 100 мл воды.

BaSO ₄	18°—0,00023	PbSO ₄	17°—0,0040
	100°—0,00039		50°—0,0058
CaSO ₄	25°—0,208	PbCl ₂	15°—0,91
	40°—0,211		100°—3,20
	100°—0,065	PbJ ₂	15°—0,06
CaCO ₃	25°—0,00143		100°—0,43
	75°—0,0018	AgCl	10°—0,000083
Hg ₂ Cl ₂	18°—0,00021		50°—0,00032
	43°—0,00070		100°—0,00217
SrSO ₄	18°—0,0114	AgBr	25°—0,0000135
	97°—0,0179		100°—0,00037
		AgJ	25°—0,00000025

Растворимость некоторых солей (Растворимость дана в граммах безводного вещества)

Соли	В 100 мл воды при				В 100 г раствора при			
	0°	10°	20°	30°	0°	10°	20°	30°
NH ₄ Cl	29,9	31,6	33,1	34,7	23,0	24,0	25,1	26,2
BaCl ₂ ·2H ₂ O	13,1	13,7	14,3	14,9	11,6	12,1	12,6	13,1
KNO ₃	128	128	128	128	34,5	35,1	35,7	36,3
KBr	128	128	128	128	56,1	56,2	56,3	56,4
KJ	28,5	28,5	28,5	28,5	22,2	22,2	22,2	22,2
KCl	33,3	33,3	33,3	33,3	3,2	3,2	3,2	3,2
KClO ₃	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1
KAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	60,0	60,0	60,0	60,0	37,5	37,5	37,5	37,5
CaCl ₂	—	—	—	—	—	—	—	—
MgSO ₄ ·7H ₂ O	14,8	14,8	14,8	14,8	12,9	12,9	12,9	12,9
CuSO ₄ ·5H ₂ O	72,9	72,9	72,9	72,9	42,2	42,2	42,2	42,2
NaNO ₃	4,7	4,7	4,7	4,7	4,5	4,5	4,5	4,5
Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	7,1	7,1	7,1	7,1	6,6	6,6	6,6	6,6
Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	35,7	35,7	35,7	35,7	26,3	26,3	26,3	26,3
NaHCO ₃	—	—	—	—	4,1	4,1	4,1	4,1
NaCl	35,7	35,7	35,7	35,7	53,5	53,5	53,5	53,5
HgCl ₂	115	115	115	115	26,1	26,1	26,1	26,1
AgNO ₃	36,1	36,1	36,1	36,1	26,1	26,1	26,1	26,1
Pb(NO ₃) ₂	—	—	—	—	—	—	—	—

Растворимость Na₂SO₄ при 33,4° равна 33,2, далее падает.
Растворимость Na₂CO₃ при 31,1° равна 33,3, далее падает.

Растворимость некоторых газов в воде при различной температуре от 0° до 100°

В графе ϵ указано число граммов газа, растворяющегося при данной температуре в 100 г воды при условии, что парциальное давление газа над раствором равно давлению 760 мм ртутного столба.

В графе см^3 указано число кубических сантиметров газа (объём приведён к нормальным условиям), растворяющихся в 100 мл воды при общем давлении в со-
суде, равном давлению 760 мм ртутного столба (давление паров воды + парциальное давление газа).

№ п/п.	Газ	0°		10°		20°		30°		40°		70°		П/п.
		ϵ	см^3	ϵ	см^3	ϵ	см^3	ϵ	см^3	ϵ	см^3	ϵ	см^3	
1	Азот . . .	0,0029	2,35	0,0023	1,86	0,0019	1,54	0,00162	1,34	0,00121	1,09	0,00089	0,98	1
2	Кислород . .	0,00695	4,92	0,00537	3,80	0,00434	3,10	0,00359	2,61	0,00266	2,09	0,00186	1,83	2
3	Водород . .	0,00019	2,15	0,00017	1,96	0,00016	1,82	0,00015	1,70	0,00013	1,61	0,00010	1,60	3
4	Хлор . . .	1,46	461	1,00	315	0,73	230	0,57	180	0,39	120	0,28	85	4
5	Метан . . .	0,00396	5,56	0,00296	4,18	0,00232	3,31	0,00190	2,76	0,00136	2,13	0,00093	1,83	5
6	Оксиген . .	0,00440	3,54	0,00348	2,82	0,00284	2,32	0,00240	2,00	0,00180	1,62	0,00128	1,44	6
7	Углекислый газ . .	0,335	171,3	0,232	119,4	0,169	87,8	0,126	66,5	0,76	43,6			7
8	Аммиак . .	89,5	117600			53,1	70200							8
9	Хлористый водород . .	82,5	50700	77,2	47400	72,1	44200	67,3	41120	59,6	36200			9
10	Сернистый ангидрид . .	22,83	7979	16,21	5665	11,3	3937	7,8	2716					10
11	Ацетилен . .	0,200	173	0,150	131	0,117	103	0,094	84					11
12	Сероводород . .	0,707	467	0,511	340	0,385	258	0,298	204	0,188	139	0,110	102	12

Удельные веса растворов I. Удельные веса растворов серной кислоты

d_{40}^{150}	° Боле	Граммов H_2SO_4 в		d_{40}^{150}	° Боле	Граммов H_2SO_4 в	
		100 г кислоты	100 мл кислоты			100 г кислоты	100 мл кислоты
1,000	0	0,09	0,1	1,205	24,5	27,95	33,7
1,005	0,7	0,95	0,9	1,210	25,0	28,58	34,6
1,010	1,4	1,57	1,6	1,215	25,5	29,21	35,5
1,015	2,1	2,30	2,3	1,220	26,0	29,84	36,4
1,020	2,7	3,03	3,1	1,225	26,4	30,48	37,3
1,025	3,4	3,76	3,9	1,230	26,9	31,11	38,2
1,030	4,1	4,49	4,6	1,235	27,4	31,70	39,1
1,035	4,7	5,23	5,4	1,240	27,9	32,28	40,0
1,040	5,4	5,96	6,2	1,245	28,4	32,86	40,9
1,045	6,0	6,67	7,1	1,250	28,8	33,43	41,8
1,050	6,7	7,37	7,7	1,255	29,3	34,00	42,6
1,055	7,4	8,07	8,5	1,260	29,7	34,57	43,5
1,060	8,0	8,77	9,3	1,265	30,2	35,14	44,4
1,065	8,7	9,47	10,2	1,270	30,6	35,71	45,4
1,070	9,4	10,19	10,9	1,275	31,1	36,29	46,2
1,075	10,0	10,90	11,7	1,280	31,5	36,87	47,2
1,080	10,6	11,60	12,5	1,285	32,0	37,45	48,1
1,085	11,2	12,30	13,3	1,290	32,4	38,03	49,0
1,090	11,9	12,99	14,2	1,295	32,8	38,61	50,0
1,095	12,4	13,67	15,0	1,300	33,3	39,19	51,0
1,100	13,0	14,35	15,8	1,305	33,7	39,77	51,9
1,105	13,6	15,03	16,6	1,310	34,2	40,35	52,9
1,110	14,2	15,71	17,5	1,315	34,6	40,93	53,8
1,115	14,9	16,36	18,3	1,320	35,0	41,50	54,8
1,120	15,4	17,01	19,1	1,325	35,4	42,08	55,7
1,125	16,0	17,66	19,9	1,330	35,8	42,66	56,7
1,130	16,5	18,31	20,7	1,335	36,2	43,20	57,7
1,135	17,1	18,96	21,5	1,340	36,6	43,74	58,6
1,140	17,7	19,61	22,3	1,345	37,0	44,28	59,6
1,145	18,3	20,26	23,1	1,350	37,4	44,82	60,5
1,150	18,8	20,91	23,9	1,355	37,8	45,35	61,4
1,155	19,3	21,55	24,8	1,360	38,2	45,88	62,4
1,160	19,8	22,19	25,7	1,365	38,6	46,41	63,3
1,165	20,3	22,83	26,6	1,370	39,0	46,94	64,3
1,170	20,9	23,47	27,5	1,375	39,4	47,47	65,3
1,175	21,4	24,12	28,3	1,380	39,8	48,00	66,2
1,180	22,0	24,76	29,2	1,385	40,1	48,53	67,2
1,185	22,5	25,40	30,1	1,390	40,5	49,06	68,2
1,190	23,0	26,04	31,0	1,395	40,8	49,59	69,2
1,195	23,5	26,68	31,9	1,400	41,2	50,11	70,2
1,200	24,0	27,32	32,8	1,405	41,6	50,63	71,1

d_{40}^{150} означает, что вес серной кислоты при 15° отнесён к весу воды при 4°

d_{40}^{150}	° Боме	Граммов H_2SO_4 в		d_{40}^{150}	° Боме	Граммов H_2SO_4 в	
		100 г кислоты	100 мл кислоты			100 г кислоты	100 мл кислоты
1,410	42,0	51,15	72,1	1,645	56,6	72,55	119,3
1,415	42,3	51,66	73,0	1,650	56,9	72,96	120,4
1,420	42,7	52,15	74,0	1,655	57,1	73,40	121,5
1,425	43,1	52,63	75,0	1,660	57,4	73,81	122,5
1,430	43,4	53,11	75,9	1,665	57,7	74,24	123,0
1,435	43,8	53,59	76,9	1,670	57,9	74,66	124,6
1,440	44,1	54,07	77,9	1,675	58,2	75,08	125,9
1,445	44,4	54,55	78,9	1,680	58,4	75,50	126,8
1,450	44,8	55,03	79,8	1,685	58,7	75,94	127,8
1,455	45,1	55,50	80,8	1,690	58,9	76,38	128,9
1,460	45,4	55,97	81,7	1,695	59,2	76,76	130,1
1,465	45,8	56,43	82,7	1,700	59,5	77,17	131,2
1,470	46,1	56,90	83,7	1,705	59,7	77,60	132,3
1,475	46,4	57,37	84,6	1,710	60,0	78,04	133,4
1,480	46,8	57,83	85,6	1,715	60,2	78,48	134,6
1,485	47,1	58,28	86,5	1,720	60,4	78,92	135,7
1,490	47,4	58,74	87,6	1,725	60,6	79,36	136,0
1,495	47,8	59,22	88,5	1,730	60,9	79,80	138,1
1,500	48,1	59,70	89,6	1,735	61,1	80,24	139,2
1,505	48,4	60,18	90,6	1,740	61,4	80,68	140,4
1,510	48,7	60,65	91,6	1,745	61,6	81,12	141,6
1,515	49,0	61,12	92,6	1,750	61,8	81,56	142,7
1,520	49,4	61,59	93,6	1,755	62,1	82,00	143,9
1,525	49,7	62,06	94,6	1,760	62,3	82,44	145,1
1,530	50,0	62,53	95,7	1,765	62,5	83,01	146,5
1,535	50,3	63,00	96,7	1,770	62,8	83,51	147,8
1,540	50,6	63,43	97,7	1,775	63,0	84,02	149,1
1,545	50,9	63,85	98,7	1,780	63,2	84,50	150,4
1,550	51,2	64,26	99,6	1,785	63,5	85,10	151,9
1,555	51,5	64,67	100,6	1,790	63,7	85,70	153,1
1,560	51,8	65,20	101,7	1,795	64,0	86,30	154,9
1,565	52,1	65,65	102,7	1,800	64,2	86,92	156,4
1,570	52,4	66,09	103,8	1,805	64,4	87,60	158,1
1,575	52,7	66,53	104,8	1,810	64,6	88,30	159,8
1,580	53,0	66,95	105,8	1,815	64,8	89,16	161,8
1,585	53,3	67,40	106,8	1,820	65,0	90,05	163,9
1,590	53,6	67,83	107,8	1,822	65,1	90,40	164,7
1,595	53,9	68,26	108,9	1,824	65,2	90,80	165,5
1,600	54,1	68,70	109,9	1,826	65,3	91,25	166,6
1,605	54,4	69,13	111,0	1,828	65,4	91,70	167,6
1,610	54,7	69,56	112,0	1,831	65,5	92,13	169,2
1,615	55,0	70,00	113,1	1,833	65,6	92,97	170,4
1,620	55,2	70,42	114,1	1,835	65,7	93,56	171,7
1,625	55,5	70,85	115,1	1,838	65,8	94,60	173,9
1,630	55,8	71,27	116,2	1,840	65,9	95,60	175,9
1,635	56,0	71,70	117,2	1,841	—	96,38	177,4
1,640	56,3	72,12	118,2	1,839	—	99,12	182,3

2 Удельные веса растворов азотной кислоты

d_{40}^{150}	° Боме	Граммов HNO_3 в		d_{40}^{150}	° Боме	Граммов HNO_3 в	
		100 г кислоты	100 мл кислоты			100 г кислоты	100 мл кислоты
1,000	0	0,16	0,1	1,220	26,0	35,28	43,0
1,005	0,7	1,00	1,0	1,225	26,4	36,03	44,1
1,010	1,4	1,90	1,9	1,230	26,9	36,78	45,2
1,015	2,1	2,80	2,8	1,235	27,4	37,53	46,3
1,020	2,7	3,7	3,8	1,240	27,9	38,29	47,5
1,025	3,4	4,60	4,7	1,245	28,4	39,05	48,6
1,030	4,1	5,50	5,7	1,250	28,8	39,82	49,8
1,035	4,7	6,38	6,6	1,255	29,3	40,58	50,9
1,040	5,4	7,26	7,5	1,260	29,7	41,34	52,1
1,045	6,0	8,13	8,5	1,265	30,2	42,10	53,3
1,050	6,7	8,99	9,4	1,270	30,6	42,87	54,4
1,055	7,4	9,84	10,4	1,275	31,1	43,64	55,6
1,060	8,0	10,68	11,3	1,280	31,5	44,41	56,8
1,065	8,7	11,51	12,3	1,285	32,0	45,18	58,1
1,070	9,4	12,33	13,2	1,290	32,4	45,95	59,3
1,075	10,0	13,15	14,1	1,295	32,8	46,72	60,5
1,080	10,6	13,95	15,1	1,300	33,3	47,49	61,7
1,085	11,2	14,74	16,0	1,305	33,7	48,26	63,0
1,090	11,9	15,53	16,9	1,310	34,2	49,07	64,3
1,095	12,4	16,32	17,9	1,315	34,6	49,89	65,6
1,100	13,0	17,11	18,8	1,320	35,0	50,71	66,9
1,105	13,6	17,89	19,8	1,325	35,4	51,53	68,3
1,110	14,2	18,67	20,7	1,330	35,8	52,37	69,7
1,115	14,9	19,45	21,7	1,332	36,0	52,80	70,4
1,120	15,4	20,23	22,7	1,335	36,2	53,22	71,0
1,125	16,0	21,00	23,6	1,340	36,6	54,07	72,5
1,130	16,5	21,77	24,6	1,345	37,0	54,93	73,9
1,135	17,1	22,54	25,6	1,350	37,4	55,79	75,3
1,140	17,7	23,31	26,6	1,355	37,8	56,66	76,8
1,145	18,3	24,08	27,6	1,360	38,2	57,57	78,3
1,150	18,8	24,84	28,6	1,365	38,6	58,48	79,8
1,155	19,3	25,60	29,6	1,370	39,0	59,39	81,4
1,160	19,8	26,36	30,6	1,375	39,4	60,30	82,9
1,165	20,3	27,12	31,6	1,380	39,8	61,27	84,6
1,170	20,9	27,88	32,6	1,383	40,0	61,92	85,7
1,175	21,4	28,63	33,6	1,385	40,1	62,24	86,2
1,180	22,0	29,38	34,7	1,390	40,5	63,23	87,9
1,185	22,5	30,13	35,7	1,395	40,8	64,25	89,6
1,190	23,0	30,88	36,7	1,400	41,2	65,30	91,4
1,195	23,5	31,62	37,8	1,405	41,6	66,40	93,3
1,200	24,0	32,36	38,8	1,410	42,0	67,50	95,2
1,205	24,5	33,09	39,9	1,415	42,3	68,63	97,1
1,210	25,0	33,82	40,9	1,420	42,7	69, 0	99,1
1,215	25,5	34,55	42,0	1,425	43,1	70,93	101,1

d_{40}^{150}	° Боле	Граммов HNO_3 в		d_{40}^{150}	° Боле	Граммов HNO_3 в	
		100 г кислоты	100 мл кислоты			100 г кислоты	100 мл кислоты
1,430	43,4	72,17	103,2	1,504		96,00	144,4
1,435	43,8	73,39	105,3	1,505	48,4	96,39	145,1
1,440	44,1	74,68	107,5	1,506		96,76	145,7
1,445	44,4	75,98	109,8	1,507		97,13	146,4
1,450	44,8	77,28	112,1	1,508	48,5	97,50	147,0
1,455	45,1	78,60	114,4	1,509		97,84	147,6
1,460	45,4	79,98	116,8	1,510	48,7	98,10	148,1
1,465	45,8	81,42	119,3	1,511		98,32	148,6
1,470	46,1	82,90	121,9	1,512		98,53	149,0
1,475	46,4	84,45	124,6	1,513		98,73	149,4
1,480	46,8	86,05	127,4	1,514		98,90	149,7
1,485	47,1	87,70	130,2	1,515	49,0	99,07	150,1
1,490	47,4	89,60	133,5	1,516		99,21	150,4
1,495	47,8	91,60	136,9	1,517		99,34	150,7
1,500	48,1	94,09	141,1	1,518		99,46	151,0
1,501		94,60	142,0	1,519		99,57	151,2
1,502		95,08	142,8	1,520	49,4	99,67	151,5
1,503		95,55	143,6				

3. Удельные веса растворов соляной кислоты

d_{40}^{150}	° Боле	Граммов HCl в		d_{40}^{150}	° Боле	Граммов HCl в	
		100 г кислоты	100 мл кислоты			100 г кислоты	100 мл кислоты
1,000	0,0	0,16	0,16	1,075	10,0	15,16	16,3
1,005	0,7	1,15	1,2	1,080	10,6	16,15	17,4
1,010	1,4	2,14	2,2	1,085	11,2	17,13	18,6
1,015	2,1	3,12	3,2	1,090	11,9	18,11	19,7
1,020	2,7	4,13	4,2	1,095	12,4	19,06	20,9
1,025	3,4	5,15	5,3	1,100	13,0	20,01	22,0
1,030	4,1	6,15	6,3	1,105	13,6	20,97	23,2
1,035	4,7	7,15	7,4	1,110	14,2	21,92	24,3
1,040	5,4	8,16	8,5	1,115	14,9	22,86	25,5
1,045	6,0	9,16	9,6	1,120	15,4	23,82	26,7
1,050	6,7	10,7	10,7	1,125	16,0	24,78	27,9
1,055	7,4	11,18	11,8	1,130	16,5	25,75	29,1
1,060	8,0	12,19	12,9	1,135	17,1	26,70	30,2
1,065	8,7	13,19	14,0	1,140	17,7	27,66	31,5
1,070	9,4	14,17	15,2	1,142	18,0	28,14	32,1

d_{40}^{150}	° Боле	Граммов HCl в		d_{40}^{150}	° Боле	Граммов HCl в	
		100 г кислоты	100 мл кислоты			100 г кислоты	100 мл кислоты
1,145	18,3	28,61	32,8	1,171	21,0	33,65	39,4
1,150	18,8	29,57	34,0	1,175	21,4	34,42	41,4
1,152	19,0	29,95	34,5	1,180	22,0	35,39	41,8
1,155	19,3	30,55	35,3	1,185	22,5	36,31	43,0
1,160	19,8	31,52	36,6	1,190	23,0	37,23	44,3
1,163	20,0	32,10	37,3	1,195	23,5	38,16	45,6
1,165	20,3	32,49	37,9	1,200	24,0	39,11	46,9
1,170	20,9	33,46	39,1				

4. Удельные веса растворов щелочей различной концентрации

Концент- рация в %	Удельные веса d_{40}^{150}		Концент- рация в %	Удельные веса d_{40}^{150}	
	KOH	NaOH		KOH	NaOH
1	1,008	1,011	26	1,249	1,288
2	1,017	1,022	27	1,250	1,299
3	1,027	1,033	28	1,270	1,310
4	1,036	1,044	29	1,290	1,320
5	1,045	1,055	30	1,290	1,331
6	1,054	1,067	31	1,301	1,342
7	1,064	1,078	32	1,312	1,352
8	1,073	1,089	33	1,322	1,363
9	1,082	1,100	34	1,333	1,373
10	1,092	1,111	35	1,344	1,383
11	1,101	1,122	36	1,355	1,394
12	1,111	1,133	37	1,366	1,404
13	1,120	1,144	38	1,377	1,414
14	1,130	1,155	39	1,388	1,424
15	1,140	1,166	40	1,399	1,434
16	1,149	1,178	41	1,410	1,444
17	1,159	1,189	42	1,421	1,453
18	1,169	1,200	43	1,433	1,463
19	1,179	1,211	44	1,444	1,473
20	1,188	1,222	45	1,456	1,482
21	1,198	1,233	46	1,467	1,492
22	1,208	1,244	47	1,479	1,501
23	1,218	1,255	48	1,491	1,511
24	1,228	1,266	49	1,502	1,520
25	1,239	1,277	50	1,514	1,530

5. Удельные веса водных растворов аммиака

d_{15}^{15}	% NH ₃	Граммов в 100 мл раствора	d_{15}^{15}	% NH ₃	Граммов в 100 мл раствора
0,996	0,91	0,91	0,932	18,03	16,79
0,990	2,31	2,28	0,930	18,64	17,32
0,980	4,80	4,70	0,926	19,87	18,38
0,970	7,31	7,08	0,922	21,12	19,46
0,960	9,91	9,51	0,920	21,75	19,99
0,950	12,74	12,09	0,914	23,68	21,62
0,940	15,63	14,68	0,910	24,99	22,72
0,933	16,22	15,20	0,906	26,31	23,82
0,936	16,92	15,73	0,900	28,33	25,47
0,934	17,42	16,26	0,890	31,75	28,23

6. Удельные веса смесей этилового спирта с водой

d_{15}^{15}	Содержание безводного спирта		d_{15}^{15}	Содержание безводного спирта	
	число куб. см. в 100 см ³ смеси (объемн. %)	граммов в 100 г смеси (весов. %)		число куб. см. в 100 см ³ смеси (объемн. %)	граммов в 100 г смеси (весов. %)
0,990	7	5	0,890	70	62
0,980	16	12	0,880	74	66,5
0,970	26	21	0,870	78	71
0,960	34	28	0,860	81	75
0,950	38	31	0,850	85	79
0,945	41	34	0,840	88	83
0,940	46,5	39,5	0,830	91	87
0,935	49,5	42	0,820	94	91
0,930	52	44,5	0,814	95	93
0,925	54,5	46,5	0,811	96	94
0,920	57	49	0,806	97,5	96
0,910	61,5	53,5	0,791	100	100
0,900	65	58			

Примечание. Содержание спирта в продажных растворах в СССР обозначается в объемных процентах.

Плотность газов и паров

Название	Формула	Вес 1 л при нормальных условиях (в г)	Плотность по воздуху
Азот	N ₂	1,2506	0,9673
Аммиак	NH ₃	0,7708	0,5962
Аргон	Ar	1,7809	1,3775
Ацетилен	C ₂ H ₂	1,1791	0,9121
Бромистый водород	HBr	3,6444	2,8190
Бутан	C ₄ H ₁₀	2,6726	2,0673
Водород	H ₂	0,0899	0,0695
Воздух		1,2928	1—
Гелий	He	0,1785	0,1350
Двуокись хлора	ClO ₂	3,012	2,330
Дициан	C ₂ N ₂	2,3353	1,8064
Закись азота	N ₂ O	1,9778	1,5299
Закись хлора	Cl ₂ O	—	3,007
Иодистый водород	HI	5,66	4,38
Кислород	O ₂	1,4289	1,1053
Криптон	Kr	3,708	2,868
Ксенон	Xe	5,851	4,526
Метан	CH ₄	0,7168	0,5545
Мышьяковистый водород	AsH ₃	3,484	2,695
Неон	Ne	0,8999	0,696
Озон	O ₃	2,139	1,655
Окись азота	NO	1,3402	1,0367
Окись углерода	CO	1,2504	0,9672

Название	Формула	Вес 1 л при нормальных условиях (в г)	Плотность по воздуху
Пропан	C_3H_8	2,020	1,562
Пропилен	C_3H_6	1,937	1,498
Радон	Rn	9,96	7,70
Селенистый водород	H_2Se	3,664	2,834
Сернистый ангидрид	SO_2	2,927	2,264
Сернистый водород	H_2S	1,539	1,191
Теллуристый водород	H_2Te	5,80	4,49
Угольный ангидрид	CO_2	1,9769	1,5292
Фосген	$COCl_2$	—	3,505
Фосфористый водород	PH_3	1,5293	1,1829
Фтор	F_2	1,69	1,31
Фтористый бор	BF_3	2,989	2,312
Хлор	Cl_2	3,214	2,486
Хлористый водород	HCl	1,6392	1,2679
Хлористый кремний	$SiCl_4$	7,582	5,86
Этан	C_2H_6	1,3565	1,0493
Этилен	C_2H_4	1,2606	0,9751

Приведение объёмов газа к нормальным условиям

Количественные расчёты с газами и сравнения проводятся обычно при условии приведения измеренного объёма газа к нормальным условиям (температура 0° , давление 760 мм). Если объём газа V измерен при температуре t° и давлении P мм, то при нормальных условиях объём V_0 определяется по формуле

$$V_0 = \frac{VP}{(1 + \alpha t) \cdot 760},$$

где $\alpha = \frac{1}{273}$.
Обозначим

$$\frac{P}{(1 + \alpha t) \cdot 760} \text{ через } K;$$

тогда

$$V_0 = K \cdot V,$$

т. е. для приведения объёма сухого газа V к нормальным условиям надо помножить его на коэффициент K для соответствующих температуры и давления. В таблице 2 даны значения K для интервала температур $0-30^\circ$ и давления 680—770 мм.

Если, напротив, дан объём при нормальных условиях V_0 , то при других условиях объём $V = V_0 \frac{1}{K}$.

В таблице 2 приведены значения K с интервалом через каждые 2 мм ртутного столба (чётные значения P); однако отсчёт может быть сделан и для промежуточных значений P (нечётных, т. е. через 1 мм). Для этого надо взять среднее значение K в искомом интервале. В случаях, когда разность между двумя соседними значениями K является нечётным числом, выбор среднего значения делается так: если при большем из чисел для P стоит знак +, то среднее значение лежит в этом случае ближе к нему; если знака + при большем числе нет или он стоит при меньшем числе, то среднее лежит ближе к меньшему числу.

Примеры. 1. Найти значение K для $t = 25^\circ$ и $P = 685$ мм. Для $P = 684$ и $P = 686$ значения K равны 0,824 и 0,827+. Следовательно, среднее значение K (для 685 мм) = 0,826.

2. Среднее из 0,907 и 0,910 (без знака +) равно 0,908; среднее из 0,894 + и 0,896 (и 0,897) равно 0,895.

Если газ влажный (собиран над водой), то для определения его объёма надо из того давления, под которым находится газ, вычесть парциальное давление (упругость) паров воды и только после этого пользоваться таблицей для нахождения K . Парциальное давление паров воды (насыщ.) дано ниже в таблице 1.

Пример. В пробирке находится 150 см³ азота над водой под атмосферным давлением 742 мм. Температура 13° С. Найти, каков объём V_0 собранного азота при нормальных условиях.

Давление паров воды при 13° равно 11,2 мм ртутного столба (см. табл. 1). Следовательно, парциальное давление азота равно $742 - 11 = 731$. K для 13° С и $P = 731$ равно 0,918. $V_0 = 150 \cdot 0,918 = 136,7$.

1. Упругость водяного пара P_v

(в мм ртутного столба)

Темп. $^\circ$ С	P_v	Темп. $^\circ$ С	P_v	Темп. $^\circ$ С	P_v	Темп. $^\circ$ С	P_v
0	4,6	8	8,0	16	13,6	24	22,2
1	4,9	9	8,6	17	14,5	25	23,6
2	5,3	10	9,2	18	15,4	26	25,0
3	5,7	11	9,8	19	16,4	27	26,5
4	6,1	12	10,5	20	17,4	28	28,1
5	6,5	13	11,2	21	18,5	29	29,8
6	7,0	14	11,9	22	19,7	30	31,6
7	7,5	15	12,7	23	20,9		

2 Значения коэффициента K для приведения найденных объёмов сухого газа к нормальным условиям

Продолжение

Темп. °C	Давление в мм ртутного столба							
	680	682	681	681	681	681	681	681
0	0,895	0,897	0,900	0,903	0,905	0,908+	0,910	0,913+
1	0,891	0,894+	0,897	0,899	0,902+	0,905	0,907	0,910
2	0,888	0,891+	0,893	0,896+	0,899	0,901	0,904+	0,906
3	0,885	0,888	0,890	0,893	0,895	0,898+	0,900	0,903+
4	0,882	0,884	0,887+	0,890	0,892	0,895	0,897	0,900+
5	0,879	0,881	0,884	0,886	0,889+	0,892	0,894	0,897
6	0,875	0,878+	0,881	0,883	0,886	0,888	0,891+	0,893
7	0,872	0,875+	0,878	0,880	0,883	0,885	0,888+	0,890
8	0,869	0,872+	0,874	0,877+	0,879	0,882+	0,885	0,887
9	0,866	0,869	0,871	0,874+	0,876	0,879+	0,881	0,884+
10	0,863	0,866	0,868	0,871	0,873	0,876+	0,878	0,881+
11	0,860	0,863	0,865	0,868	0,870	0,873	0,875	0,878
12	0,857	0,860	0,862	0,865	0,867	0,870	0,872	0,875
13	0,854	0,857	0,859	0,862	0,864	0,867	0,869	0,872
14	0,851	0,854	0,856	0,859	0,861	0,864	0,866	0,869
15	0,848	0,851	0,853	0,856	0,858	0,861	0,863	0,866
16	0,845	0,848	0,850	0,853	0,855	0,858	0,860	0,863
17	0,842	0,845	0,847	0,850	0,852	0,855	0,857	0,860
18	0,839	0,842+	0,844	0,847+	0,849	0,852	0,854	0,857
19	0,836	0,839+	0,841	0,844+	0,846	0,849+	0,851	0,853
20	0,834	0,836	0,839	0,841	0,843	0,846	0,848	0,851+
21	0,831	0,833	0,836	0,838	0,841	0,843	0,845	0,848+
22	0,828	0,830	0,833+	0,835	0,838	0,840	0,843	0,845
23	0,825	0,828	0,830	0,832	0,835+	0,837	0,840+	0,842
24	0,822	0,825+	0,827	0,830	0,832	0,834	0,837	0,839
25	0,820	0,822	0,824	0,827+	0,829	0,832	0,834	0,837
26	0,817	0,819	0,822	0,824	0,826	0,829+	0,831	0,834+
27	0,814	0,817	0,819	0,821	0,824+	0,826+	0,829	0,831
28	0,811	0,814+	0,816	0,819	0,821	0,823	0,826+	0,828
29	0,809	0,811	0,814	0,816	0,818	0,821	0,823	0,825
30	0,806	0,809	0,811	0,813	0,816	0,818	0,820	0,823

Темп. °C	Давление в мм ртутного столба							
	696	698	700	702	701	706	708	710
0	0,916	0,918	0,921+	0,924	0,926	0,929+	0,932	0,934
1	0,912	0,915	0,918	0,920+	0,923+	0,926	0,928	0,931
2	0,909	0,912	0,914	0,917+	0,920	0,922	0,925	0,927
3	0,906	0,908	0,911+	0,914	0,916	0,919	0,921	0,924+
4	0,903	0,905	0,908	0,910	0,913+	0,916	0,918	0,921
5	0,899	0,902	0,904	0,907+	0,910	0,912	0,915+	0,917
6	0,896+	0,899	0,901	0,904+	0,906	0,909+	0,912	0,914
7	0,893+	0,896	0,898	0,901	0,903	0,906+	0,908	0,911+
8	0,890	0,892	0,895+	0,897	0,900+	0,902	0,905+	0,908
9	0,887	0,889	0,892	0,894+	0,897	0,899	0,902+	0,904
10	0,883	0,886+	0,888	0,891+	0,894	0,896	0,899	0,901
11	0,880	0,883+	0,885	0,888+	0,890	0,893+	0,895	0,898
12	0,877	0,880	0,882	0,885	0,887	0,890+	0,892	0,895+
13	0,874	0,877	0,879	0,882	0,884	0,887	0,889	0,892
14	0,871	0,874	0,876	0,879	0,881	0,884	0,886	0,889
15	0,868	0,871	0,873	0,876	0,878	0,881	0,883	0,886
16	0,865	0,868	0,870	0,873	0,875	0,877	0,880+	0,882
17	0,862	0,865	0,867	0,869	0,872	0,874	0,877+	0,879
18	0,859	0,862	0,864	0,867	0,869	0,871	0,874+	0,876
19	0,856+	0,858	0,861+	0,864	0,866	0,868	0,871+	0,873
20	0,853	0,856	0,858	0,861	0,863	0,865	0,868+	0,870
21	0,850	0,853+	0,855	0,858	0,860	0,863	0,865	0,867
22	0,847	0,850	0,852	0,855+	0,857	0,860	0,862	0,864
23	0,845	0,847	0,849	0,852+	0,854	0,857+	0,859	0,862
24	0,842	0,844	0,847	0,849	0,851	0,854+	0,856	0,859
25	0,839	0,841	0,844+	0,846	0,849	0,851	0,853	0,856+
26	0,836	0,839	0,841	0,843	0,846+	0,848	0,851	0,853
27	0,833	0,836+	0,838	0,840	0,843+	0,845	0,848	0,850
28	0,831	0,833	0,835	0,838+	0,840	0,842	0,845	0,847
29	0,828+	0,830	0,833	0,835	0,837	0,840+	0,842	0,844
30	0,825	0,827	0,830+	0,832	0,835	0,837	0,839	0,842+

Темп. °C	Давление в мм ртутного столба							
	712	714	716	718	720	722	724	726
0	0,937	0,939	0,942+	0,945	0,947	0,950+	0,953	0,955
1	0,933	0,936+	0,939	0,942	0,944	0,947	0,949	0,952
2	0,930+	0,933	0,935	0,938+	0,940	0,943+	0,946	0,948
3	0,927	0,929	0,932+	0,934	0,937+	0,940	0,942	0,945
4	0,923	0,926+	0,928	0,931+	0,934	0,936	0,939+	0,941
5	0,920+	0,923	0,925	0,928	0,930	0,933+	0,935	0,938+
6	0,917	0,919	0,922+	0,924	0,927+	0,930	0,932	0,935
7	0,913	0,916	0,919	0,921+	0,924	0,926	0,929+	0,931
8	0,910	0,913	0,915	0,918+	0,920	0,923+	0,925	0,928+
9	0,907+	0,910	0,912+	0,915	0,917	0,920	0,922	0,925+
10	0,904	0,906	0,909	0,911	0,914+	0,916	0,919+	0,921
11	0,901	0,903	0,906	0,908	0,911	0,913	0,916	0,918
12	0,897	0,900+	0,902	0,905	0,907	0,910+	0,912	0,915+
13	0,894	0,897	0,899	0,902	0,904	0,907+	0,909	0,912+
14	0,891	0,894	0,896	0,899	0,901	0,904	0,906	0,909
15	0,888	0,891	0,893	0,895	0,898+	0,900	0,903+	0,905
16	0,885+	0,887	0,890+	0,892	0,895+	0,897	0,900+	0,902
17	0,882+	0,884	0,887+	0,889	0,892+	0,894	0,897+	0,899
18	0,879+	0,881	0,884+	0,886	0,889+	0,891	0,894	0,896
19	0,876+	0,878	0,881+	0,883	0,886	0,888	0,891	0,893
20	0,873+	0,875	0,878	0,880	0,883	0,885	0,888	0,890
21	0,870+	0,872	0,875+	0,877	0,880	0,882	0,885	0,887
22	0,867+	0,869	0,872+	0,874	0,877	0,879	0,882	0,884
23	0,864	0,866	0,869+	0,871	0,874	0,876	0,879	0,881
24	0,861+	0,864	0,866	0,868	0,871+	0,873	0,876	0,878
25	0,858	0,861	0,863	0,865	0,868+	0,870	0,873+	0,875
26	0,855	0,858+	0,860	0,863	0,865	0,867	0,870	0,872
27	0,852	0,855+	0,857	0,860	0,862	0,864	0,867+	0,869
28	0,850	0,852	0,854	0,857+	0,859	0,862	0,864	0,866
29	0,847+	0,849	0,852	0,854	0,856	0,859+	0,861	0,864
30	0,844	0,846	0,849+	0,851	0,854	0,856	0,858	0,861

Темп. °C	Давление в мм ртутного столба							
	728	730	732	734	736	738	740	742
0	0,958+	0,960	0,963+	0,966	0,968	0,971+	0,974	0,976
1	0,954	0,957+	0,960	0,962	0,965+	0,967	0,970+	0,973
2	0,951+	0,954	0,956	0,959	0,961	0,964+	0,967	0,969
3	0,947	0,950+	0,953	0,955	0,958+	0,960	0,963+	0,966
4	0,944+	0,947	0,949	0,952+	0,954	0,957+	0,960	0,962
5	0,941	0,943	0,946+	0,948	0,951+	0,954	0,956	0,959
6	0,937	0,940+	0,942	0,945+	0,948	0,950	0,953	0,955
7	0,934+	0,937	0,939	0,942	0,944	0,947+	0,949	0,952+
8	0,931	0,933	0,936	0,938	0,941+	0,943	0,946+	0,948
9	0,927	0,930+	0,932	0,935+	0,938	0,940	0,943	0,945
10	0,924+	0,927	0,929	0,932	0,934	0,937	0,939	0,942
11	0,921+	0,923	0,926+	0,928	0,931+	0,933	0,936+	0,938
12	0,917	0,920+	0,923	0,925	0,928	0,930	0,933	0,935
13	0,914	0,917+	0,919	0,922+	0,924	0,927+	0,929	0,932+
14	0,911	0,914	0,916	0,919	0,921	0,924	0,926	0,929
15	0,908+	0,910	0,913+	0,915	0,918+	0,920	0,923+	0,925
16	0,905+	0,907	0,910+	0,912	0,915+	0,917	0,920+	0,922
17	0,902	0,904	0,907	0,909	0,912	0,914	0,917	0,919
18	0,899	0,901	0,904	0,906	0,909	0,911	0,913	0,916+
19	0,896	0,898	0,900	0,903+	0,905	0,908+	0,910	0,913+
20	0,892	0,895+	0,897	0,900+	0,902	0,905	0,907	0,910
21	0,889	0,892+	0,894	0,897+	0,899	0,902	0,904	0,907
22	0,886	0,889+	0,891	0,894+	0,896	0,899	0,901	0,903
23	0,883	0,886+	0,888	0,891	0,893	0,896	0,898	0,900
24	0,880	0,883+	0,885	0,888	0,890	0,893	0,895	0,897
25	0,878	0,880	0,882	0,885	0,887	0,890	0,892	0,894
26	0,875	0,877	0,879	0,882	0,884	0,887	0,889	0,891
27	0,872	0,874	0,876	0,879	0,881+	0,884	0,886	0,888
28	0,869+	0,871	0,873	0,876	0,878	0,881	0,883	0,885
29	0,866	0,868	0,871	0,873	0,875	0,878+	0,880	0,883
30	0,863	0,865	0,868	0,870	0,873	0,875	0,877	0,880

Продолжение

Темп. °С	Давление в мм ртутного столба							
	744	746	748	750	752	754	756	758
0	0,979+	0,982	0,984	0,987	0,989	0,992+	0,994	0,997+
1	0,975	0,978+	0,981	0,983	0,986+	0,988	0,991+	0,994
2	0,972	0,974	0,977+	0,980	0,982	0,985+	0,987	0,990+
3	0,968	0,971+	0,973	0,976+	0,979	0,981	0,984+	0,986
4	0,965	0,967	0,970+	0,973	0,975	0,978	0,980	0,983+
5	0,961	0,964+	0,966	0,969	0,972	0,974	0,977+	0,979
6	0,958+	0,960	0,963+	0,966	0,968	0,971	0,973	0,976+
7	0,955	0,957	0,960	0,962	0,965+	0,967	0,970+	0,973
8	0,951+	0,954	0,956	0,959	0,961	0,964+	0,966	0,969+
9	0,948	0,950	0,953+	0,955	0,958+	0,960	0,963+	0,966
10	0,944	0,947+	0,949	0,952+	0,954	0,957+	0,960	0,962
11	0,941+	0,944	0,946	0,949	0,951	0,954	0,956	0,959
12	0,938	0,940	0,943	0,945	0,948	0,950	0,953+	0,955
13	0,934	0,937+	0,939	0,942+	0,944	0,947+	0,949+	0,952+
14	0,931	0,934	0,936	0,939	0,941	0,944	0,946	0,949
15	0,928+	0,930	0,933+	0,935	0,938+	0,940	0,943+	0,945
16	0,925	0,927	0,930	0,932	0,935	0,937	0,940	0,942
17	0,922	0,924	0,926	0,929+	0,931	0,934+	0,936	0,939+
18	0,918	0,921	0,923	0,926+	0,928	0,931+	0,933	0,936
19	0,915	0,918	0,920	0,923	0,925	0,927	0,930+	0,932
20	0,912	0,915	0,917	0,919	0,922+	0,924	0,927+	0,929
21	0,909	0,911	0,914+	0,916	0,919+	0,921	0,924	0,926
22	0,906+	0,908	0,911+	0,913	0,916	0,918	0,921	0,923
23	0,903+	0,905	0,908	0,910	0,913	0,915	0,917	0,920
24	0,900+	0,902	0,905	0,907	0,909	0,912+	0,914	0,917+
25	0,897+	0,899	0,902	0,904	0,906	0,909+	0,911	0,914
26	0,894+	0,896	0,899	0,901	0,903	0,906+	0,908	0,911
27	0,891	0,893	0,895	0,898	0,900	0,903+	0,905	0,908
28	0,888+	0,890	0,893	0,895	0,897	0,900+	0,902	0,905
29	0,885	0,887	0,890	0,892	0,894	0,897+	0,899	0,902
30	0,882	0,884	0,887+	0,889	0,891	0,894+	0,896	0,899

Продолжение

Темп. °С	Давление в мм ртутного столба					
	760	762	764	766	768	770
0	1,000+	1,003	1,005	1,008+	1,010	1,013+
1	0,996	0,999+	1,002	1,004	1,007	1,009
2	0,993	0,995	0,998+	1,001	1,003	1,006
3	0,989+	0,992	0,994	0,997+	0,999	1,002+
4	0,986	0,988	0,991	0,993	0,996+	0,998
5	0,982+	0,985	0,987	0,990	0,992+	0,995+
6	0,978	0,981+	0,984	0,986	0,989	0,991
7	0,975	0,978	0,980	0,983	0,985	0,988
8	0,972	0,974	0,977	0,979	0,982	0,984
9	0,968	0,971	0,973	0,976	0,978	0,981+
10	0,965	0,967	0,970	0,972	0,975	0,977
11	0,961	0,964+	0,966	0,969+	0,971	0,974+
12	0,958+	0,960	0,963+	0,965	0,968	0,970
13	0,954	0,957+	0,960	0,962	0,965	0,967
14	0,951	0,954	0,956	0,959	0,961	0,964
15	0,948+	0,950	0,953+	0,955	0,958+	0,960
16	0,945	0,947	0,950	0,952	0,955	0,957
17	0,941	0,944+	0,946	0,949+	0,951	0,954
18	0,938	0,941	0,943	0,946	0,948	0,950
19	0,935	0,937	0,940+	0,942	0,945	0,947
20	0,932	0,934	0,937	0,939	0,941	0,944
21	0,929	0,931	0,933	0,936+	0,938	0,941+
22	0,925	0,928+	0,930	0,933	0,935	0,938
23	0,922	0,925	0,927	0,930	0,932	0,934
24	0,919	0,922	0,924	0,926	0,929+	0,931
25	0,916	0,919	0,921	0,923	0,926+	0,928
26	0,913	0,915	0,918+	0,920	0,923	0,925
27	0,910	0,912	0,915+	0,917	0,920	0,922
28	0,907	0,909	0,912+	0,914	0,916	0,919+
29	0,904	0,906	0,909+	0,911	0,913	0,916+
30	0,901	0,903	0,906+	0,908	0,910	0,913+

Давление паров и плотность сжиженных газов при различных температурах

(в абсолютных атмосферах)

(При отсчёте давлений по манометрам надо учитывать, что технические манометры показывают «избыточное» давление, т. е. разницу между общим давлением в системе и атмосферным.)

Хлор темп. пл. = $-101,5^{\circ}$; темп. кип. = $-33,8^{\circ}$

Температура	-30	-20	-15	-10	-5	0	10	20	30	50	100
Давление в ат	1,20	1,84	2,23	2,63	3,14	3,66	4,95	6,62	8,75	14,70	41,70
Плотность	1,55	1,52	1,51	1,50	1,48	1,47	1,44	1,41	1,38	1,31	—

Аммиак темп. пл. = $-77,7^{\circ}$; темп. кип. = $-33,4^{\circ}$

Температура	-30	-20	-15	-10	-5	0	20	30	50
Давление в ат	1,13	1,83	2,28	2,82	3,45	4,19	6,02	11,44	19,98

Плотность при $-33,4^{\circ}$ 0,682; при 0° 0,639; при 20° 0,610.

Двуокись углерода, углекислота, темп. пл. = $-57,1^{\circ}$
(под давл. 51 ат); темп. возг. = $-78,5^{\circ}$ ¹

Температура	-80	-50	-25	-10	0	10	15	20	25	30	35	45
Давление в ат	1,00	6,80	17,1	26,8	35,6	46,1	52,2	58,8	66,0	73,9	82,2	96,5

Плотность при -20° 1,03; при 0° 0,93; при 15° 0,81;
при 20° 0,77; при 30° 0,46.

Двуокись серы темп. пл. = $-72,1^{\circ}$; темп. кип. = $-10,0^{\circ}$

Температура	-10	-5	0	5	10	20	30	50	100
Давление в ат	1,00	1,25	1,51	1,90	2,35	3,30	4,60	8,30	27,82

Плотность при -20° 1,49; при 0° 1,43; при 20° 1,38.

¹ При этой температуре упругость пара твёрдой углекислоты равна 760 мм ртутн. и поэтому твёрдая углекислота переходит в газообразное состояние непосредственно, минуя стадию жидкости.

Сероводород темп. пл. = $-85,6^{\circ}$; темп. кип. = $-60,7^{\circ}$

Температура	-25	-10	0	10	20	30	50
Давление в ат	4,94	8,01	10,8	14,4	18,7	23,7	36,6

Плотность при -60° 0,95; при 0° 0,866; при 20° 0,833.

Взрывные пределы для горючих газов и паров

(при атмосферном давлении)

Газ (пар)	Содержание газа в смеси (в объёмн. %)	
	с воздухом	с кислородом
Аммиак	15,7—27,4	14,8—79
Ацетилен	2,3—82	2,8—93
Бензол	1,5—8,0	
Водород	4,1—75	4,5—95
Метан	5,0—15	5—60
Метиловый спирт	6,0—36,5	
Окись углерода	12,5—75	13—96
Сероводород	4,3—45,4	
Этан	3,0—14	4—50
Этилен	3,0—33,5	3—80
Этиловый спирт	4,0—18	

Взрыв смеси может иметь место только тогда, когда содержание газа лежит внутри указанных пределов.

Основные единицы метрической системы

Комиссия французских учёных во время французской буржуазной революции предложила «естественную» систему мер, где основной единицей считался метр, определяемый как 1/40 000 000-я часть Парижского меридиана. Это было узаконено декретом Конвента в 1793 г.

В дальнейшем, с увеличением точности определения размеров Земли, было установлено, что между метром и величиной 1/40 000 000-й части меридиана имеется разница. Было признано удобным не связывать значение основной меры длины с точным значением 1/40 000 000-й части меридиана. За единицу длины Международной конференцией в 1889 г. был принят изготовленный по первоначальному «архивному» образцу метра новый метр, точные копии которого распределены между государствами — участниками конференции. Международный метр короче на 0,08 мм величины 1/40 000 000-й доли меридиана.

Аналогичное решение было принято Конференцией и относительно единицы массы — килограмма, первоначально определяемой как масса

1000 кубических сантиметров воды при температуре её максимальной плотности (см. ниже).

Метрическая система в России введена только после Октябрьской революции декретом Совета Народных Комиссаров 14 сентября 1918 г.

Определение основных единиц

Метр — единица измерения длины.

Международным прототипом метра Первой генеральной конференцией мер и весов в 1889 г. признана нарезная платино-иридиевая мера, имеющая обозначение «М», которая хранится в Международном бюро мер и весов в Севре (Франция).

Килограмм — единица массы.

Международным прототипом килограмма Первой генеральной конференции мер и весов в 1889 г. признана платино-иридиевая мера, имеющая обозначение «К», которая хранится в Международном бюро мер и весов в Севре (Франция).

Литр — объём одного килограмма воды при температуре наибольшей её плотности и при нормальном атмосферном давлении.

Литр принимается равным $1\,000,028\text{ см}^3$.

Метрические, старые русские и английские меры

Меры длины

1. Метрическая система	Обозначения	Перевод в другие меры
1 километр = 1000 метрам	км	= 0,937 версты = 468,7 сажени
1 метр = 100 сантиметрам	м	= 0,6216 англ. мили = 0,469 сажени = = 1,406 аршина = = 22,50 вершка = = 3,281 фута = = 39,371 дюйма
1 дециметр = 10 сантиметрам	дм	= 2,25 вершка
1 сантиметр = 0,01 м	см	= 0,225 вершка = = 0,394 дюйма
1 миллиметр = $1/10\text{ см} = 10^{-1}\text{ см}$	мм	
1 микрон = $1/1000\text{ мм} = 10^{-3}\text{ мм} = 10^{-4}\text{ см}$	μ	
1 миллимикрон = $\frac{1}{1000}\mu = 10^{-6}\text{ мм} = 10^{-7}\text{ см}$	mp	
1 ангстрем (или онгстрем) = $1/10\text{ mp} = 10^{-7}\text{ мм} = 10^{-8}\text{ см}$	Å	

2. Русские (старые) и английские меры

Перевод в метрические меры

1 верста = 500 сажням	= 1,067 км
1 сажень = 3 аршинам = 7 футам	= 2,134 м
1 аршин = 16 вершкам	= 71,12 см
1 вершок	= 4,445 см
1 фут = 12 дюймам	= 0,305 м = = 30,48 см
1 дюйм	= 2,540 см
1 англ. морская миля	= 1,853 км
1 англ. миля = 1760 ярдам	= 1,609 км
1 ярд = 3 футам	= 0,914 м

Меры площади

1. Метрическая система	Обозначения	Перевод в другие меры
1 кв. километр = 1 000 000 кв. метров = 100 гектарам	км ²	= 0,879 кв. версты = = 91,5 десятины
1 гектар = 10 000 кв. метров = 100 арам	га	= 0,915 десятины = = 2197 кв. сажням
1 ар = $(10 \times 10\text{ м}) = 100\text{ кв. метр.}$	а	= 21,97 кв. сажени
1 кв. метр = 10 000 кв. сантиметров	м ²	= 0,22 кв. сажени = = 1,977 кв. аршина = = 10,76 кв. фута

2. Русские (старые) и английские меры

Перевод в метрические меры

1 кв. верста = 250 000 кв. сажени = = 104,2 десятины	= 1,138 км ²
1 десятина = 2400 кв. сажням	= 1,093 га
1 кв. сажень = 9 кв. аршинам = 49 кв. футам	= 4,552 м ²
1 кв. аршин	= 0,506 м ²
1 кв. вершок	= 19,76 см ²
1 кв. фут	= 929,0 см ²
1 кв. дюйм	= 6,452 см ²
1 кв. англ. миля = 640 акрам	= 259 га
1 акр = 4840 кв. ярдам	= 0,405 га

Меры объёма и ёмкости

1. Метрическая система	Обозначения	Перевод в другие меры
1 куб. метр = 1000 куб. дециметров	$м^3$	= 0,103 куб. саж. = = 35,167 куб. фута
1 куб. дециметр = 1000 куб. сантиметров	$дм^3$	
1 литр (мера ёмкости) = 1000 миллилитров	$л$	= 0,081 ведра = = 1,301 бутылки (стар.)
1 миллилитр (мера ёмкости) $\approx$ 1 куб. сантиметру	$мл$	

Точное соотношение между литром и кубическим сантиметром:

1 литр принимается равным 1000,028 $см^3$
 1 $мл$ = 1,000028 $см^3$
 и 1 $см^3$ = 0,999972 $мл$

Русские старые и некоторые другие меры	Перевод в метрические меры
1 куб. сажень = 27 куб. аршинам = 343 куб. футам	= 9,71 $м^3$
1 куб. аршин	= 0,360 $м^3$
1 куб. фут	= 28,317 $дм^3$ = = 0,0283 $м^3$
Для жидких тел	
1 бочка = 40 вёдрам	= 492 $л$
1 ведро = 20 бутылкам = 16 винным бутылкам	= 12,30 $л$
1 бутылка винная	= 0,769 $л$

Английские и американские меры для жидкостей и сыпучих тел

Бушель = 8 галлонам
 Бушель английский («имперский») = 36,346 $л$
 Бушель американский («винчестерский») = 35,236 $л$
 Галлон англ. = 4 квартам = 4,54 $л$
 Галлон америк. = 4 квартам

для сыпучих тел равен 4,405 $л$
 для жидкостей " 3,785 $л$

Баррель («бочка») для различных жидкостей имеет различное значение
 баррель сырой нефти = 42 галлонам = 158,98 $л$
 " керосина = 50 галлонам = 189,26 $л$
 " пива = 31 галлону = 117,3 $л$

Примечание. В Америке баррель употребляется и как мера сыпучих тел, весовое значение которой меняется в зависимости от продукта.

Меры веса

Метрическая система	Обозначения	Перевод в другие меры
1 тонна (метрич.) = 10 центнерам = = 1000 килограммов	$т$	= 61,05 пуда
1 центнер = 100 килограммам	$ц$	= 6,105 пуда
1 килограмм = 1000 граммов	$кг$	= 2,442 фунта
1 грамм	$г$	= 0,234 золотника

Русские (старые) и английские меры	Перевод в метрические меры
1 пуд = 40 фунтам	= 0,016 $т$ = = 0,164 $ц$ = = 16,380 $кг$
1 фунт = 32 лотам = 96 золотникам	= 409,512 $г$
1 золотник	= 4,266 $г$
1 англ. фунт	= 453,6 $г$
Аптекарские меры	
1 аптекарский фунт = 12 унциям	= 350,784 $г$
1 уncia = 8 драхмам	
1 драхма = 3 скрупулам	
1 скрупул = 20 гранам	
1 гран	= 0,0609 $г$

Меры работы, энергии и мощности

1 джоуль = 10^7 эргам = 0,102 килограммометров = 0,239 калориям
 1 килокалория (большая калория, 1 $Кал$, 1 $ккал$) = 1000 калорий (малых калорий, $кал$)
 1 киловатт-час = 10 гектоватт-часам = 3 600 000 джоулей $\approx$ 860 000 калориям = 860 килокалориям
 1 килограммометр = 9,8 джоулей $\approx$ 2,34 калориям
 1 калория = 4,186 джоуля = $4,186 \cdot 10^7$ эргам = 0,427 килограммометрам
 1 ватт = 1 джоуль в секунду = 10^7 эргам в секунду
 1 киловатт = 1000 ватт = 102 килограммометрам в секунду $\approx$ 1,36 лошадиной силы (HP)
 1 лошадь (HP) = 75 килограммометрам в секунду = 0,736 киловаттам

Теплота сгорания некоторых горючих веществ

Вещество	Калорий (малых) на 1 г вещества	Какому количеству эргов эквивалентна выделенная теплота
Бензин лёгкий . . .	ок. 11 000	ок. $4,6 \cdot 10^{11}$
Дрова сухие	4 000—5 000	$1,7-2,1 \cdot 10^{11}$
Древесный уголь . .	7 000—7 200	$2,9-3 \cdot 10^{11}$
Каменный уголь . . .	6 000—7 500	$2,5-3,1 \cdot 10^{11}$
Кокс донецкий	6 400—6 600	$2,7-2,8 \cdot 10^{11}$
Спирт этиловый . . .	7 140	$3 \cdot 10^{11}$
Керосин	ок. 11 000	ок. $4,6 \cdot 10^{11}$
Метан	11 970	$5 \cdot 10^{11}$
Водород	28 600	$1,2 \cdot 10^{12}$
Ацетилен	11 500	$4,8 \cdot 10^{11}$
Углерод (аморфн.) . .	ок. 8 000	ок. $3,35 \cdot 10^8$
» (алмаз)	7 800—7 900	$3,3 \cdot 10^8$

Температуры накала

(грубая оценка температур по цвету накалённого тела)

Начало тёмнокрасного каления (заметное при затемнении предмета)	около 600°
Тёмнокрасное каление	700°
Вишнёвокрасное каление	850°
Светлокрасное каление	950°
Жёлтое каление	1 100°
Белое каление	1 300°
Ослепительнобелое каление	1 500°

Некоторые физические величины

Температура

Положение абсолютного нуля по шкале Цельсия — $273,16^\circ \text{C}$.
Абсолютная температура $T = 273,16 + t \approx 273 + t$ (где t — температура по шкале Цельсия).

Элементарные частицы

Масса электрона	$m = 9,106 \cdot 10^{-28} \text{ г}$
» протона	$M_p = 1,6724 \cdot 10^{-24} \text{ г}$
» атома водорода H^1	$M_H = 1,6733 \cdot 10^{-24} \text{ г}$
» α -частицы	$= 6,644 \cdot 10^{-24} \text{ г}$

Отношение массы протона к массе электрона ≈ 1838

Идеальные газы

Число Авогадро (количество молекул в 1 граммолекуле) $N = 6,02 \cdot 10^{23}$
Число Лошмидта (количество молекул в 1 см³ газа при нормальных условиях) $n_0 = 2,687 \cdot 10^{19}$

Объём 1 граммолекулы газа при нормальных условиях $V_0 = 22,414 \text{ л}$
Коэффициент объёмного расширения газов при нагревании (от 0°C)

$$\alpha = \frac{1}{273} = 0,003660$$

Универсальная газовая постоянная R (постоянная Клапейрона) в уравнении Клапейрона, объединяющем законы Бойля-Мариотта и

Гей-Люссака, $\frac{p \cdot V}{T} = \text{постоян.} = R$, где p — давление, T — абсо-

лютная температура (см. выше), V — объём, занимаемый 1 грам-

молекулой газа при данных условиях. Если выражать p в атмо-

сферах, а V в литрах, то $R = 0,08204 \frac{\text{л. атм}}{\text{градус. моль}}$. Если выра-

жать p в мм ртутного столба, а V в кубических сантиметрах,

$$\text{то } R = 62\,350 \frac{\text{мм.см}^3}{\text{градус. моль}}$$

Некоторые геофизические и астрономические величины

Радиус земного шара: экваториальный = $6\,378,79 \text{ км}$
полярный = $6\,356,91 \text{ км}$

Средняя плотность земли $d = 5,525$

Масса земли = $5,985 \cdot 10^{27} \text{ г}$

Масса солнца = $1,996 \cdot 10^{33} \text{ г}$

Масса луны = $7,182 \cdot 10^{25} \text{ г}$

Среднее расстояние земли от солнца = $1,495 \cdot 10^8 \text{ км}$

луны = $3,844 \cdot 10^5 \text{ км}$

Радиус солнца = $6,955 \cdot 10^5 \text{ км}$

луны = 1738 км

Некоторые латинские и греческие частицы и корни слов, применяемые в научной терминологии

а, ан — приставка, обозначающая отрицание; напр. аморфный — не имеющий формы (кристаллической)

алло — от греч. *аллос* — другой; пример — см. *тропо*

анти — от греч. *анти* — против; *антихлор* — вещество, парализующее вредное действие хлора, напр. гипосульфит

ацет — от латинск. *ацетум* — уксус; химические термины с участием этого корня так или иначе связаны с уксусной кислотой; ацетон, ацетоуксусный эфир, ацетаты

би — дважды (лат.); приставка, указывающая на удвоение, двойственность свойств: бинокль, бисульфит, бипирамида

био — от греч. *биос* — жизнь; биология — учение о жизни

ген — от греч. *геннао* — рождаю; генезис — происхождение; гидрогениум — рождающий воду — водород и др.

гетеро — от греч. *гетерос* — различный, другой; гетероциклические соединения, у которых замкнутая цепочка атомов —

цикл состоит не только из атомов углерода, но и из атомов других элементов — азота, серы и др. (пиридин, тиофен)

гидро — от греч. *гудор* — вода; гидроэнергия, гидраты, гидратация — эти понятия связаны со словом вода известным образом; другие термины с участием этого корня связаны со словом водород: гидрирование — присоединение водорода, гидрогенизация угля; гидроароматические соединения, получаемые путем присоединения водорода к соединениям ароматического ряда

гипо — от греч. *гипо* — низший; гипохлориты — соли хлорноватистой кислоты

гомо, гомео — от греч. *гомос* — одинаковый, соответственный; гомологические ряды, гомеопольная связь и т. д.

де, дез — приставка, указывающая на отделение, выделение или на обратный процесс: дегидрирование — отнятие водорода, десорбция — процесс, обратный адсорбции

ди — греч. *дис* — дважды: дихлорметан — CH_2Cl_2 ; дивинил — углеводород, состоящий из двух винильных групп — $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

изо — от греч. *изос* — сходный, тот же самый; изоморфизм — сходство формы (кристаллической), изомеры — одинаковые по составу химические соединения

логия — от греч. *логос* — слово, знание, разум; в сложных словах означает *учение*: биология — учение о жизни, геология — учение о земле и т. д.

мер — от греч. *мерос* — часть, порция; изомеры — одинаковые по количественному составу соединения, см. далее *моно*

метр — от греч. *мэстрон* — мера; в сложных словах этот корень указывает на измерение: микрометр — прибор для измерения малых размеров, термометр, вольтметр

мета — от греч. *мета* — между, в середине — частица, указывающая на среднее, промежуточное положение. напр. мета — положение при замещении в бензольном кольце

моно — от греч. *монос* — один, единственный; монолит — единый камень — цельный, сплошной кусок камня или другого материала

морф — от греч. *морфе* — форма; морфология — учение о формах, изоморфизм — см. выше *изо*

орто — латинск. *орто* — рядом, бок о бок, ср. ортоположение при замещении бензола

пара — лат. *пара* — прямо; пара — замещённые бензольные производные

пиро — от греч. *пир* — огонь; пиролиз — разложение веществ путём сильного нагрева; приставка *пиро* указывает на ту или иную связь с высокотемпературным нагревом: пирогенная кислота, пировиноградная кислота — получаемые путём нагрева других исходных веществ

прото, протео — от греч. *протеос* — первоначальный; протон; протеины — наиболее простые *первичные* белки

синтез — от греч. *син титесми* — складывать вместе; синтез — операция составления более сложного соединения из более простых

скопия — от греч. *скопео* — смотрю, наблюдаю; микроскоп, телескоп и т. д. — приборы для наблюдения

тио — от греч. *тейос* — сера; тиоспирты — сернистые соединения, аналогичные спиртам

О больших и малых числах

В литературе по естествознанию часто встречаются очень большие или, напротив, очень малые числа, которые обычно изображаются в виде произведения некоторого числа с несколькими десятичными знаками на 10 в какой-либо степени n , положительной или отрицательной. Например:

$$\text{число Авогадро} = 6,02 \cdot 10^{23}$$

$$\text{масса электрона} = 9,106 \cdot 10^{-28} \text{ г}$$

(Читаются эти числа так: «6,02 на десять в 23-й степени» и, соответственно, «9,106 на десять в степени минус 28». Как известно,

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n}; \text{ например } 10^{-3} = \frac{1}{10^3} = \frac{1}{1000}.)$$

Такой способ изображения многозначных чисел принят не только из-за удобства и простоты написания, но также и потому, что он даёт правильное представление о степени точности, с которой определена данная величина.

Дело в том, что все физические величины, которые мы находим непосредственно с помощью измерительных приборов или вычисляем из найденных путём измерения значений, не являются абсолютно точными, а определяются с той или иной степенью приближения, зависящей от совершенства применяемого измерительного устройства. Такие числа называются *приближёнными* в отличие от *точных*, с которыми, например, мы оперируем при изучении арифметических действий. В химических уравнениях коэффициенты являются точными числами, величины атомных весов — приближёнными.

В самом начертании приближённых чисел содержится указание на степень точности приводимого значения. Например, чисто арифметически число 13 совершенно тождественно с 13,00 или с 13,0000. Но если нам даны результаты взвешивания трёх разных проб, выраженные так: 13 г, 13,00 г и 13,0000 г, мы принципиально не можем приравнять их между собой. Такое изображение результатов говорит о разной степени точности, с которой определены эти веса. Так, первое из этих значений не содержит долей грамма; это даёт указание на то, что оно найдено с помощью довольно грубых весов, не отмечающих различия в десятых долях грамма. Фиксируя на таких весах цифру 13 г, мы фактически отмечаем округлённую до граммов величину, действительное значение которой лежит в интервале от 12,5 г до 13,5 г. В этом случае возможная погрешность определения составляет, следовательно, $\pm 0,5$ г.

Результат 13,00 г определён с точностью до одной сотой грамма, которая достигается при помощи хороших техно-химических весов. Последняя же навеска 13,0000 г определена с ещё большей точностью (на аналитических весах). Число нулей у каждой из этих приближённых величин не произвольно, а оправдано прямыми измерениями. Если мы пожелаем путём сложения узнать общий вес тех же трёх проб, определённых с разной степенью точности, то незнание значения десятичных долей грамма в первой навеске отражается и на сумме, не позволяя вводить в результат не только сотые или тысячные доли грамма, но даже и десятые:

$$13 \text{ г} + 13,00 \text{ г} + 13,0000 \text{ г} = 39 \text{ г.}$$

Если какая-либо величина определена с точностью до $\frac{1}{500}$ своего значения, то при умножении или делении этой величины на точное число точность не может повыситься. Она также будет равна $\frac{1}{500}$ величины, полученной в результате этих действий. Поэтому, если написать вышеприведённое число Авогадро так:

$$6,02 \cdot 10^{23} = 602\,000\,000\,000\,000\,000\,000,$$

то арифметически это будет правильно; но такое изображение приближённого числа может дать неправильное представление о точности этого числа. В данном случае нам указаны только первые три цифры этого 23-значного числа; какие же цифры в действительности стоят на месте остальных нулей написанного числа, мы при существующей точности применяемых здесь методов сказать не можем. Таким образом, хотя данное приближённое число написано с полным количеством входящих в него знаков и правильно отражает порядок величины, следует иметь в виду, что не все знаки в нём известны точно.

Как известно из элементарного курса алгебры:

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n} \text{ и } a^m \cdot a^n = a^{m+n}.$$

Используя это правило, мы можем легко производить операции деления и умножения многозначных чисел, выраженных в виде произведения какого-либо числа на 10 в n -й степени.

Пример 1. Какую часть поперечника солнца составляет поперечник земли? (Значение этих величин см. стр. 75.)

$$\frac{\text{средний радиус земли}}{\text{радиус солнца}} = \frac{6,37 \cdot 10^3 \text{ км}}{6,95 \cdot 10^5 \text{ км}} = 0,92 \cdot 10^{3-5} = 0,92 \cdot 10^{-2} = 9,2 \cdot 10^{-3} \approx \frac{9}{1000}.$$

Пример 2. Определить отношение массы протона к массе электрона:

$$\frac{\text{масса протона}}{\text{масса электрона}} = \frac{1,672 \cdot 10^{-24} \text{ г}}{9,106 \cdot 10^{-28} \text{ г}} = \frac{1,672}{9,106} \cdot \frac{10^{-24}}{10^{-28}} = 0,1836 \cdot 10^{-24-(-28)} = 0,1836 \cdot 10^{-24+28} = 0,1836 \cdot 10^{+4} \text{ или } 0,1836 \cdot 10\,000 = 1\,836.$$

Некоторым недостатком такого сокращённого изображения многозначных чисел является отсутствие наглядности. Так, например, величины

$$\begin{aligned} \text{масса солнца} &= 1,996 \cdot 10^{33} \text{ г} \\ \text{масса луны} &= 7,182 \cdot 10^{25} \text{ г} \\ \text{масса протона} &= 1,675 \cdot 10^{-24} \text{ г} \end{aligned}$$

занимают одинаковое место и выражены в граммах, так что громадная разница этих величин непосредственно не ощущается. Только произведя вычисления, найдём, что масса солнца больше массы луны примерно в 27 800 000 раз, а отношение массы солнца к массе протона выражается числом с 58 знаками.

II. ШКОЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Список лабораторного оборудования, необходимого при прохождении курса химии в VII—X классах средней школы

Количества указаны из расчёта 40 человек в классе одноклассной школы.

Список в части наименований, очередности, указания классов и количества составлен в основном по списку «Учебное оборудование средней школы» (НИИШ НКП РСФСР, 1939 г.) и списку материалов, посуды и приборов из книги «Техника и методика химического эксперимента в школе» В. Н. Верховского (Учпедгиз, 1947).

Основные обозначения в графе «Особые условия хранения»:

- бум. — допускается хранение в бумаге,
- корк. — можно хранить в таре с корковой, но не с резиновой пробкой,
- рез. пр. — можно хранить в таре с резиновой, но не с корковой пробкой,
- п. проб. — хранить в таре со стеклянной притёртой пробкой,
- герм. — хранить в герметизированной таре (запарафинированной),
- горюч. — вещество огнеопасно, хранить отдельно,
- ядл. — ядовитое вещество, хранить в особых условиях,
- теми. — предохранять от действия света.

Отсутствие указаний в графе «Особые условия хранения» означает, что хранение веществ не требует особых предосторожностей.

На приобретение, хранение и расходование некоторых ядовитых веществ необходимо получить разрешение.

Г. Реактивы и материалы

Название	Для какого класса	Очерёдность приобретения	Количество в граммах	Особые условия хранения
Ализарин	7—10	2	25	
Альбумин	10	2	50	
Алюминий (пластинками)	7—10	1	100	
» порошок	7—10	1	100	
» окись	7—10	2	250	
» хлористый	7—10	1	100	рез. пр.
» сернистый	7—10	2	200	
Альдегид уксусный	7—10	2	100	п. проб.
» бензойный	10	1	100	п. проб.
Аммиак (25-процентный раствор, уд. в. 0,91)	7—10	1	2 000	п. проб.
Аммоний азотнокислый	7—10	1	50	
» двуххромовокислый	9—10	2	200	
» » техн.	7—10	1	500	
» роданистый	7—10	1	20	
» сернистый	7—10	1	50	бум.
» углекислый	7—10	1	100	п. проб.
» хлористый	7—10	1	1 000	бум.
» хромовокислый	7—10	1	2 000	
Анилин	10	1	100	корк.
» солянокислый	10	1	200	
Антрацен	10	2	50	
Ацетон	10	1	100	корк. горюч.
Барий гидрат окиси (едкий барит)	7—10	1	200	герм.
» перекись	7—10	2	100	
» сернистый	7—10	2	100	бум.
» хлористый	7—10	1	250	
» углекислый	7—10	1	100	
Бензин авиационный	7—10	1	500	корк. горюч.
Бензол	10	1	500	горюч. корк.
Бензолсульфокислота	10	2	50	корк.
Бром	7—10	1	100	п. проб.
Бура	7—10	2	250	
Бумага лакмусовая синяя и красная	7—10	1	по 10 пачек	
Вазелин обыкновенный	10	1	300	
Вуда сплав	7—10	1	25	
Висмут металл	7—10	1	100	
» азотнокислый	7—10	2	50	
Гипс жжёный	7—10	1	500	
Глицоль	10	1	100	

Название	Для какого класса	Очерёдность приобретения	Количество в граммах	Особые условия хранения
Глицерин	10	1	250	
Глюкоза	10	1	250	
Дёготь каменноугольный	10	1	1 000	
Декстрин	10	1	200	
Дифениламин	8—10	1	50	
Железо порошок	7—10	1	500	герм.
» опилки	8—10	1	500	герм.
» лимоннокислое	8—10	2	250	
» сернистое	10	1	250	
» сернокислое (железный купорос)	7—10	1	250	герм.
» сернокислое окисное	7—10	2	250	
» хлорное	7—10	1	200	герм.
» щавелевокислое	8—10	2	50	
Известь хлорная	8—10	1	500	п. проб
Индиго	8—10	1	25	
Индиго-кармин	8—10	1	25	
Иод кристаллический	8—10	1	50	п. проб.
Иодоформ	10	2	50	
Кадмий мегаллический	9	1	100	
» сернистый (или хлористый)	9	2	100	
Калий мегаллический	7—10	1	20	1
» гидрат окиси (едкое кали)	7—10	1	1 000	герм. ²
» азотнокислый	7—10	1	500	
» бромистый	10	1	250	
» виннокислый кислый	10	2	100	
» двуххромовокислый	7—10	1	600	
» железистосинеродистый	8—10	2	200	
» железосинеродистый	8—10	1	100	
» иодистый	8—10	1	50	
» марганцевокислый	7—10	1	250	
» -натрий виннокислый	8—10	1	100	
» роданистый	8—10	1	50	
» сернистый кислый	8—10	1	100	
» углекислый	7—10	1	500	
» хлористый	7—10	1	100	
» хлорноватовокислый (бертолетова соль)	7—10	1	500	п. проб. ³
» хромовокислый	8—10	1	100	

¹ Калий хранится под слоем жидких просушенных углеводородов (керосин, бензол).

² Не следует применять тару с притёртыми стеклянными пробками, так как их сильно «ездеает» при попадании щелочи на шлиф.

³ Держать на особом учёте, под замком; не допускать возможности засорения органическими примесями и пылью.

Название	Для какого класса	Очередность приобретения	Количество в граммах	Особые условия хранения
Кальций металлический	7—10	1	100	1
» гидрат окиси	7—10	1	500	герм.
» окись (жжёная известь из мрамора)	7—10	1	1 000	герм.
» карбид	9—10	1	500	герм.
» азотнокислый	7—10	1	200	
» сернокислый (гипс жжёный)	7—10	1	500	
» углекислый (мрамор)	7—10	1	5 000	
» уксуснокислый	7—10	1	150	
» фосфорнокислый	7—10	1	200	
» фтористый	8—10	1	150	
» хлористый гранулированный	9—10	1	500	герм.
» хлористый кристаллич. . . .	7—10	2	100	герм.
Каучук (сырец) чистый	10	1	200	
Квасцы алюминиевые	7—10	1	500	
» хромовые	8—10	1	250	
Кислота азотная х. ч., уд. в. 1,4	7—10	1	500	п. проб.
» азотная дымящая	7—10	1	500	п. проб.
» бензойная	10	1	50	
» борная	7—10	1	200	
» винная	10	2	100	
» лимонная	7—10	1	100	
» масляная	10	2	100	
» муравьиная	10	1	50	п. проб.
» олеиновая	10	1	250	
» пальмитиновая	10	1	100	
» пикриновая	7—10	2	10	
» салициловая	10	1	40	
» стеариновая (стеарин)	10	1	250	
» сульфаниловая	10	2	50	
» серная х. ч., уд. вес 1,84	7—10	1	3 000	п. проб.
» соляная х. ч., уд. вес 1,19	7—10	1	5 000	п. проб.
» соляная х. ч., уд. вес 1,12	7—10	1	3 000	
» уксусная (ледяная)	10	1	200	п. проб.
» » 80-процентная	7—10	1	500	
» фосфорная (метафосфорная)	7—10	1	250	
» ортофосфорная	7—10	1	100	п. проб.
» щавелевая	10	1	100	

¹ Небольшие количества непродолжительно можно хранить в банке. Длительное хранение — под слоем бензола или керосина. Перед употреблением промыть сухим эфиром.

Название	Для какого класса	Очередность приобретения	Количество в граммах	Особые условия хранения
Кислота фтористоводородная				
(плавиковая)	8	1	250	1
» яблочная	10	1	50	
Коллодий	10	1	250	
Конго красный (конго-рот)	8—10	2	10	
Крахмал	8—10	1	500	
Кремнезём чистый (кварцевый мелкий песок)	9	1	200	
Ксилол	10	1	100	
Лакмус (кусочками)	7—10	1	25	
Магний леита	7—10	1	50	герм.
» порошок	7—10	1	50	герм.
» окись	7—10	1	100	герм.
» сернокислый	7—10	2	200	
» углекислый	7—10	1	200	
» хлористый	7—10	1	100	
Марганец металлический	7—10	1	20	
» двуокись в порошке	7—10	1	500	
» » гранул. . . .	7—10	1	1 000	2
» хлористый	7—10	1	50	герм.
» сернокислый	7—10	1	50	
Медь металлич., опилки, стружки	7—10	1	100	
» » фольга, пластинки	7—10	1	150	
» закись, х. ч. . . .	7—10	2	50	
» окись порошок	7—10	1	400	
» » зернёная	7—10	1	200	
» азотнокислая	7—10	1	100	
» сернокислая (медный купорос)	7—10	1	100	
» углекислая (основ.)	7—10	1	500	
» хлорная	7—10	1	100	
Метилоранж	10	1	10	
Мочевина	10	1	50	
Мышьяк металлический	8—9	1	10	
Мышьяковистый ангидрид	9	1	10	яд!
Натрий металлический	7—10	1	50	3
» перекись	8—10	1	50	герм.
» гидрат окиси (едкий натр)	7—10	1	500	герм. ⁴

¹ Плавиковая кислота хранится в сосудах свинцовых, парафиновых или из воска.
² MnO_2 , предназначенную для получения кислорода из $KClO_3$, особо бережно охранять от засорения органическими примесями. Перед употреблением лучше прокалить.

³ Натрий, подобно калию, хранится под слоем жидких просушенных углеводов (керосин, бензол).

⁴ Не следует применять тару с притёртыми стеклянными пробками: их сильно «заедает» при попадании щёлочи в шлиф.

Название	Для какого класса	Очередность приобретения	Количество в граммах	Особые условия хранения
Натрий азотистокислый	7—10	2	250	
» азотнокислый	7—10	1	500	
» бромистый	7—10	1	200	
» двууглекислый	7—10	1	500	
» двухромовокислый (для элементов)	7—10	1	2 000	
» иодистый	7—10	1	50	
» кремнекислый (растворимое стекло)	7—10	1	200	
» сернистокислый	7—10	1	250	
» сернистый	7—10	1	100	
» серноватистокислый	7—10	1	100	
» сернокислый	7—10	1	500	
» уксуснокислый	9—10	1	300	
» » плавленый	9—10	1	250	
» углекислый в порошке	9—10	1	500	
» » кристаллич.	9—10	1	250	
» фосфорнокислый	8—10	1	150	
» хлористый х. ч.	7—10	1	500	
» » каменная соль чист.	7—10	1	2 000	
» хромовокислый	7—10	2	100	
Нагронная известь	8—10	1	500	герм.
Нафталин	7—10	1	100	
Нефть сырая	10	1	500	
Никель сернокислый	9—10	1	100	
Нитробензол	10	1	100	
Олеум	8—10	1	500	п. проб.
Олово металлич.	9	1	100	
» фольга	8	1	50	
» двухлористое	9	1	50	
Парафин	7—10	1	1 500	
Перекись водорода (3%-й раствор)	7—10	1	100	
» » (30%-й раствор, пергидрол)	7—10	1	100	1
Платинированный асбест	8—10	1	5	
Ртуть металлическая	9—10	1	250	2

¹ Пергидрол хранится в склянках, покрытых изнутри густым слоем парафина.
² Постоянное вдыхание воздуха, содержащего пары металлической ртути, разлитой в помещении, вызывает со временем отравление организма (ослабление памяти, дрожание рук, выпадение волос и зубов и пр.). Поэтому со ртутью надо обращаться осторожно. Хранить под замком. При пользовании металлической ртутью следить, чтобы она не разливалась по столу или полу. Капельки разлитой ртути тщательно собирать.

Название	Для какого класса	Очередность приобретения	Количество в граммах	Особые условия хранения
Ртуть окись красная	7—10	1	250	
» азотиокислая	9—10	1	100	я!
» двухлористая	9—10	1	100	
Сахар молочный	10	1	20	
» тростниковый	10	1	500	
Свинец металлический	9—10	1	250	
» сурик свинцовый	9—10	1	150	
» глет	9—10	1	100	
» перекись	7—10	1	50	
» азотиокислый	7—10	1	50	
» уксуснокислый	7—10	1	100	
Сера в порошке (серный цвет)	7—10	1	500	
» череиковая	7—10	1	250	
» х. ч. (кристалл.)	7—10	2	100	
Серебро проволока	9—10	2	5	
» азотиокислосое	8—10	1	50,0	тёмн.
Серный ангидрид, запаянный в колбе	8—10	2	200	
Сероуглерод	8—10	1	250	горюч.
Скипидар	10	1	200	горюч.
Спирт амиловый (изоамиловый)	10	1	500	горюч.
» бутиловый	10	1	50	горюч.
» метиловый	10	1	1 л	горюч.
» этиловый (ректификат)	10	1	2 л	горюч.
Стронций азотиокислый	9—10	1	100	
Сурьма металлическая	8—10	1	50	
Тальк в порошке	7—10	1	100	
Танин	8—10	1	100	
Термит	9—10	1	1 000	корк.
Толуол	10	1	100	горюч.
Углерод четырёххлористый	10	1	50	
Уголь активированный	8	1	100	
» животный	8	1	100	
Фенол	8—10	1	50	
Фенолфталеин	8—10	1	50	
Формалин	10	1	500	
Фосфор белый	8—10	1	50	ял!
» красный	7—10	1	100	герм.
Фосфорный ангидрид	8—10	1	100	герм.
Фруктоза	10	1	100	
Фукусин	10	1	10	
Хлороформ	10	1	150	тёмн.
Хром сернокислый	9	1	150	
Хромовый ангидрид	8—10	1	150	герм.
Целлюлоза	10	1	200	

¹ Белый фосфор хранить под водой.

Название	Для какого класса	Очерё- дность приобре- тения	Количе- ство в граммах	Особые условия хранения
Цинк металлический гранулир.	7—10	1	2500	герм.
» листовой тонкий	7—10	1	200	
» в порошке	7—10	1	200	
» палочками	7—10	1	200	
» сернистый	7—10	1	200	
Этил хлористый	8—10	1	100	горюч.
» иодистый	10	1	100	
» хлористый (в запаянной трубке)	10	2	10	
Эфир серный (этиловый)	10	1	500	
» изовалерьяново-изоамило- вый	10	2	100	
» масляноэтиловый	10	2	50	
» уксусноизоамиловый	10	1	100	
» уксусноэтиловый	10	1	50	

2. Стекло
(кроме измерительной посуды)

Название	Для какого класса	Очерёдность приобретения	Количество в штуках
Алонжи стеклянные прямые, диам. 21 мм, длина 200 мм	7—10	1	5
Алонжи стеклянные изогнутые, диам. 21 мм, дл. 200 мм	7—10	1	5
Банки материалыые, ёмк. 50 мл	7—10	1	50
» " " 100 "	7—10	1	50
» " " 250 "	7—10	1	20
» " " 500 "	7—10	1	10
» " " 1 л	7—10	1	5
» " " 5 "	7—10	1	3
Банки аккумуляторные 15×15×20 см	7—10	1	10
Бокалы (рюмки) реактивные, ёмк. 250 мл	7—10	1	30
Воронки с длинной трубкой, ёмк. 25 мл, конические под углом 60°, диам. 7,5 см	7—10	1	20
Воронки конические, уг. 60°, диам. 10 см	7—10	1	20
» " " 15 "	7—10	1	2
» " " 18 "	7—10	1	2
» капельные с краном, ёмк. 50 мл	8—10	1	5

Название	Для какого класса	Очерёдность приобретения	Количество в штуках
Воронки капельные с крапом, ёмк. 100 мл, делительные, цилиндрические, ёмк. 250 мл	8—10	1	5
Колбы плоскодонные, ёмк. 50 мл	10	1	10
» " " 100 "	7—10	1	30
» " " 250 "	7—10	1	20
» " " 500 "	7—10	1	20
» " " 1000 "	7—10	1	10
» конические " 100 "	7—10	1	2
» " " 250 "	7—10	1	20
» " " 500 "	7—10	1	20
» круглодонные с дл. шейки, ёмк. 500 мл	7—10	1	10
Колбы Вюрца, ёмк. 50 мл	8—10	1	2
» " " 100 "	7—10	1	2
» " " 250 "	7—10	1	15
Колбы Бунзена для фильтрования под уменьшенным давлением, с 2 фарфоро- выми воронками диам. 56 и 93 мм или стеклянными фильтрами. (Приобретать только при наличии водопровода с силь- ным напором воды.)	7—10	1	15
Колокол с горлом 15×30 см	8—10	1	3
» " " 20×18 "	7—10	1	1
Краны стеклянные № 1	7—10	1	2
Пробирки 1,5×15 см	7—10	1	5
» " 2,1×20 "	7—10	1	1000
» тугоплавк. 1,5×12,5 см	7—10	1	20
Палочки стеклянные, диам. 4 мм	7—10	1	20
Пластины стеклянные круглые для ци- линдров	7—10	1	1 кг
Реторты с тубулусом и пробкой, ёмк. 100 мл	7—10	1	12
» с тубулусом, ёмк. 250 мл	7—10	1	20
» тугоплавкие, ёмк. 500 мл	7—10	1	3
Склянки материалыые. белого стекла, ёмк. 50 мл	7—10	2	2
Склянки материалыые. белого стекла, ёмк. 200 мл	7—10	1	100
Склянки материалыые. белого стекла, ёмк. 500 мл	7—10	1	100
Склянки материалыые. белого стекла, ёмк. 1 л	7—10	1	15
Склянки материалыые. белого стекла, ёмк. 2 л	7—10	1	20
Склянки материалыые. белого стекла, ёмк. 3 л	7—10	1	10
	7—10	1	5

Название	Для какого класса	Очередность приобретения	Количество в штуках
Склянки материалы. оранжевые. стекла, ёмк. 60 мл	7—10	1	10
Склянки материалы. оранжевые. стекла, ёмк. 250 мл	7—10	1	10
Склянки с притёртой пробкой, ёмк. 1 л	7—10	1	3
Склянки с притёртой пробкой и колпаком, ёмк. 1 л	7—10	1	3
Склянки с притёртой пробкой белого стекла, ёмк. 150 мл	7—10	1	50
Склянки с тубул. у дна, ёмк. 2 л	7—10	1	4
Склянки широкогорлые для получения га- зов, ёмк. 200 мл	7—10	1	20
Склянки с широким горлом (для собира- ния приборов)	7—10	1	50
Стаканы батарейные (толстостенные), ёмк. 500 мл	7—10	1	5
Стаканы химические с носиком, ёмк. 100 мл	7—10	1	50
Стаканы химические без носика, ёмк. 50 мл	7—10	1	5
Стаканы химические без носика, ёмк. 200 мл	7—10	1	30
Стаканы химические без носика, ёмк. 500 мл	7—10	1	10
Стаканы для взвешивания, диам. 25 мм	7—10	1	12
Стекла ламповые (цилиндрич.)	7	1	3
Стекла часовые, диам. 5—6 см	7—10	1	3
Стекла часовые, диам. 10 см	7—10	1	15
Тройники, наружн. диам. трубки 6—7 мм	7—10	1	10
Трубки стеклянные, наружный диаметр 5 мм	7—10	1	2 кг
Трубки стеклянные, наружный диаметр 6 мм	7—10	1	2 »
Трубки стеклянные, наружный диаметр 7 мм	7—10	1	3 »
Трубки стеклянные, наружный диаметр 10 мм	7—10	1	
Трубки стеклянные, наружный диаметр 20 мм	7—10	1	
Трубки стеклянные тугоплавкие, наруж- ный диаметр 16 мм, длина 25 см с опла- вленными краями	7—10	1	500 г
Трубки из тугоплавкого стекла с шаром посредине	7—10	1	12
Трубки стеклянные U-образн., длина 10 см	7—10	1	20
Трубки стеклянные с 2 шарами	7—10	1	10

Название	Для какого класса	Очередность приобретения	Количество в штуках
Трубки хлоркальциевые прямые	7—10	1	15
Турмы для очистки газов (колонки), выс. 35 см	7—10	2	4
Цилиндры для собир. газов с притёртой пластинкой	7—10	1	12
Чашки стеклянные (простоквашницы), диам. 15 см	7—10	1	20
Чашки стеклянные (простоквашницы), диам. 22 см	7—10	1	10
Цилиндры для ареометров	7—10	1	2

3. Фарфор

Лодочки фарфоровые, для сжигания, дл. 7,5 см	10	2	3
Чашки фарфоровые, диам. 5,6 см	7—10	1	20
Чашки фарфоровые, диам. 7,2 см	7—10	1	10
Чашки фарфоровые, диам. 15,6 см	7—10	1	1
Чашки фарфоровые, диам. 20 см	7—10	1	3
Стаканы фарфоровые, ёмк. 500—600 мл	7—10	1	10
Ступки фарфоровые с пестиком, диам. 7 см	7—10	1	12
Ступки фарфоровые с пестиком, диам. 10,5 см	7—10	1	1
Тигли фарфоровые № 3 высок.¹	7—10	1	20
Тигли фарфоровые № 4 низк.	7—10	1	5
Тигли фарфоровые № 5 низк.	7—10	1	2

4. Измерительная стеклянная посуда

Бюретки Мора без крана, ёмк. 25 мл	7—10	1	10
Бюретки Мора без крана, ёмк. 50 мл	7—10	1	2
Бюретки Мора с краном, ёмк. 25 мл	7—10	1	2
Бюретки Мора с краном, ёмк. 100 мл	7—10	2	2
Колбы измерительные с притёртой проб- кой, ёмк. 50 мл	8—10	1	20
Колбы измерительные с притёртой проб- кой, ёмк. 100 мл	8—10	1	10
Колбы измерительные с притёртой проб- кой, ёмк. 250 мл	8—10	1	5
Колбы измерительные с притёртой проб- кой, ёмк. 500 мл	8—10	■	2

¹ № указаны по списку «Учебное оборудование средней школы» (НИИШ Нарком-
проса РСФСР, 1939).

Название	Для какого класса	Очерѣдность приобретения	Количество в штуках
Мензурки, ёмк. 100 мл, с делениями на 2 мл	7—10	1	15
Мензурки, ёмк. 250 мл, с делениями на 5 мл	7—10	1	5
Мензурки, ёмк. 500 мл, с делениями на 10 мл	7—10	1	2
Пипетки Мора, ёмк. 1 мл	7—10	1	2
Пипетки Мора, ёмк. 2 мл	7—10	1	2
Пипетки Мора, ёмк. 5 мл	7—10	1	12
Пипетки Мора, ёмк. 10 мл	7—10	2	5
Пипетки Мора, ёмк. 20 мл	7—10	2	5
Цилиндры измерительные с притёртой пробкой, ёмк. 100 мл	8—10	1	3
Цилиндры измерительные с притёртой пробкой, ёмк. 250 мл	8—10	1	3
Цилиндры измерительные без притёртой пробки, ёмк. 50 мл	7—10	1	2
Цилиндры измерительные без притёртой пробки, ёмк. 100 мл	7—10	1	12
Цилиндры измерительные без притёртой пробки, ёмк. 250 мл	7—10	1	1
Цилиндры измерительные без притёртой пробки, ёмк. 1000 мл	7—10	2	2

5. Химические и физические приборы

Аккумуляторы на 7 амп.-часов (при наличии условий для перезарядки)	7—10	1	4
Амперметр до 15 амп. переменного тока	8—10	1	1
Аппараты Киппа, мал. (250 мл)	7—10	1	2
Аппараты Киппа, средние (500 мл)	7—10	1	2
Аппараты Сен-Клер-Девилля (склянки 2 л с тубул.)	7—10	2	1
Ареометры для малых количеств жидкости удельного веса 0,7—1,0	7—10	2	2
Ареометры для малых количеств жидкости удельного веса 1,0—2,0	7—10	2	2
Ареометры для уд. веса 0,700—1,000	7—10	1	2
Ареометры для уд. веса 1,000—2,000	7—10	1	2
Бани водяные, диам. 16 см	10	1	5
Вольтметр на 15 вольт пост. тока	8—10	1	1
Выпрямитель тока купроксный до 15 амп.	7—10	1	1
Газометры стеклянные, ёмк. 10 л	7—10	2	2
Газометры стеклянные, ёмк. 5 л	7—10	1	5

Название	Для какого класса	Очерѣдность приобретения	Количество в штуках
Горелка Даниеля (безопасная, без насадки)	7—10	1	1
Дефлегматоры Линнемаа	10	1	2
Диализатор, диам. 16 см	9—10	2	2
Индуктор с искрой в 10 см ¹	8—10	1	1
Лампа ацетиленовая	7—10	1	1
Лупа в оправе с линзой, диам. 6 см	7—10	2	1
Магниты (подковой) малые	7—10	1	4
Пикнометр Реньо	8—10	2	2
Прибор для электролиза воды (Гофмана)	7—10	1	1
Прибор для электролиза солей с угольн. электрод.	8—10	1	1
Реостат с подвижным контактом (типа Рустрата) на различную силу тока	7—10	1	2
Склянки Тищенко для сушения газов, ёмк. 250 мл	7—10	1	5
Склянки Тищенко для сухих веществ, ёмк. 250 мл	7—10	2	5
Склянки Дрекслея, ёмк. 200 мл	7—10	1	5
Склянки Дрекслея, ёмк. 400 мл	7—10	1	2
Спиртарископ	9—10	1	1
Термометр комнатный	7—10	1	2
Термометры химические 0—100°	7—10	1	2
Термометры химические 0—150°	7—10	1	12
Термометры химические 10—250°	7—10	1	2
Термометры химические 10—350°	7—10	1	2
Термометры химические —25—25°	7—10	2	2
Холодильники Либиха, длин. 30 см	7—10	2	10
Холодильники Либиха, длин. 45 см	7—10	1	3
Холодильники Либиха, длин. 60 см	7—10	1	1
Холодильники Шиффа, с 4 шарами	7—10	1	2
Эвдиометр школьный	7—10	1	1
Элементы Лекланше в фарфоровых банках высотой 8 см	9	1	1
Эксикаторы Шейблера, диам. 14 см	10	2	1
Эксикаторы Шейблера, диам. 19 см	10	2	1
Приборы для нагревания ²			
Спиртовые лампочки на 120 мл	7—10	1	20

¹ Если имеется в физическом кабинете, то приобретение его для химической лаборатории излишне.

² При наличии электрического тока следует максимально использовать электронагревательные приборы (см. стр. 100), работа с которыми проще, быстрее и безопаснее. Однако при лабораторных практических занятиях класса следует учитывать, что во избежание перегрузки линии (обычной осветительной проводки) число одновременно действующих электронагревателей не должно превышать 3—4 штук. Если в лаборатории имеется особая силовая проводка, то это число можно увеличить, но необходимо уточнить этот вопрос со специалистом-электротехником.

Название	Для какого класса	Очередность приобретения	Количество в штуках
Спиртовые лампочки на 180 мл	7—10	2	2
Лампа Бартеля бензиновая	7—10	1	1
Если есть газ, то вместо вышеуказанных горелок приобретаются:			
Газовые горелки Буизена	7—10	1	20
Насадки для плоского пламени	7—10	1	10
Горелки газовые Теклу	7—10	2	2
Паяльная горелка ¹	7—10	1	1

6. Разные лабораторные принадлежности

Держалки деревянные для пробирок . .	7—10	1	50
Держалки деревянные для бюреток . .	7—10	2	12
Держатели для холодильников	7—10	2	2
Доска для сушки посуды (на 24 пробир- ки)	7—10	2	2
Доска для сушки пробирок (на 12 шт.) .	7—10	1	10
Зажимы Гэфмана	7—10	1	30
Зажимы Мора	7—10	1	30
Каучуковые баллоны для пульверизаторов (резиновые груши)	8—10	1	3
Куб перегонный с холод. на 15 л	8—10	2	1
Лампа Деви рудничная	9—10	1	1
Ложки для сжигания в кислороде	7—10	1	30
Ложки роговые (или из пластмассы), дл. 10 и 15 см	7—10	2	10
Ложки фарфоров. со шпателем, дл. 12 см	7—10	1	5
Мех иожной Флетчера или цилиндриче- ский	7—10	1	1
Насос водоструйный (при наличии водо- провода с большим напором)	8—10	1	2
Нож для пробок	7—10	1	2
Ножницы для бумаги	7—10	1	1
Огнетушители	7—10	1	2
Озонатор	7—10	1	1
Перчатки резин. для преподавателя . .	7—10	2	1
Пинцеты с костян. наконечн. для разнове- сов	7—10	1	12
Пробкомалка (жом) дерев. или железн.	7—10	1	2
Противогаз	8—10	1	1
Свёрла пробочные, набор в 6 шт.	7—10	1	4

¹ При отсутствии газа устраивается бензиновый карбюратор к ней.

Название	Для какого класса	Очередность приобретения	Количество в штуках
Свёрла пробочные, набор в 9 шт.	8—10	2	1
Сетки железные асбестиров. 16×16 см .	7—10	1	20
Сетки железные асбестиров. 12×12 см .	7—10	2	20
Стойка для пипеток	7—10	2	1
Столики подъёмные	7—10	1	2
Ступки чугунные с пестиком, диам. 10 см	8—10	1	1
Таганы (треножки) для водяных бань	7—10	1	12
Тигли железные с крышкой, диам. 7 см .	7—10	1	5
Тигли никелевые с крышкой, диам. 7 см.	8—10	2	1
Тигли медные с крышкой, диам. 7 см . .	8—10	2	1
Треугольники с фарфоров. трубками, дл. стороны 52 мм	7—10	1	2
Треугольники с фарфоров. трубками, дл. стороны 62 мм	7—10	1	2
Треугольники с фарфоров. трубками, дл. стороны 80 мм	7—10	1	2
Трубки паяльные с дерев. мундштуком .	7—10	1	12
Фартук резиновый	7—10	2	1
Чашки железные	7—10	2	10
Шпатели роговые, дл. 10 см	7—10	2	2
Шпатели никелиров. двойные, дл. 15 см	7—10	2	1
Шпатели фарфоров. двойн., дл. 15 см .	7—10	1	2
Штативы Бунзена выс. 75 см с набором (3 кольца, 3 зажима)	7—10	1	4
Штативы для пробирок на 12 шт.	7—10	1	5
Штативы для пробирок на 6 шт.	7—10	1	20
Штативы ученические, металлические с 2 кольцами и 2 держателями	7—10	1	20
Щётки для мытья рук	7—10	2	10
Щётки для мытья пробирок, дл. 25 см .	7—10	1	20
Щётки для мытья бюреток	7—10	1	10
Щётки для мытья колб, дл. 20 см	7—10	1	1
Щётки для мытья стаканов	7—10	2	10
Щипцы тигельные	7—10	1	12

7. Весы и разновесы

Весы Беранже до 2 кг	7—10	1	2
Весы технические до 500 г	7—10	1	1
Весы аптекарские до 50 г	7—10	1	15
Разновес ученический от 0,01 до 50 г . .	7—10	1	15
Разновес технический от 1 до 500 г . . .	7—10	1	1

8. Вспомогательные материалы

Название	Количество
Асбест листовой, толщ. 12 мм	2 листа
Асбест вата, волокно	250 г
Бумага фильтровальная	50 листов
Вата гигроскопическая	250 г
Вата стеклянная	250 г
Графит в порошке	100 г
Дробь свинцовая для тарирования	2 кг
Желатин	20 г
Железо (пластинки)	10 шт.
Жидкое стекло	500 г
Замазка менделеевская	200 г
Карандаши цветные по стеклу	5 шт.
Кислота для паяния ¹	
Ликоподий	5 г
Масло подсолнечное или оливковое	500 г
Никель (пластинки)	100 г
Полотенца посудные	10 шт.
Пробки корковые для склянок, диам. 7—30 мм (разн.)	500 г
Пробки корковые для банок 33—50 мм	20 шт.
Пробки каучуковые разн. разм.	2 кг
Провод звонокый	200 г
Проволока стальная (балалаечная струна)	2 катушки
Проволока железная тонкая	200 г
Проволока платиновая, диам. 0,2 мм	5 г
Проволока медная, диам. 0,5 мм	250 г
Проволока медная, диам. 1 мм	250 г
Проволока алюминиевая, диам. 1 мм	100 г
Свечи стеариновые	2 шт.
Свечи восковые, диам. 0,5 см	4 шт.
Сетка медная (латунная)	0,5 м
Спицы вязальные (или иглы больш.)	30 шт.
Трубки каучуковые, внутр. диам. 4,5 мм, наруж. диам. 6,5 мм	3 кг
Трубки каучуковые, внутр. диам. 6,5 мм, наруж. диам. 9,5 мм	
Трубки каучуковые, внутр. диам. 8 мм, наруж. диам. 11 мм (если есть газ)	
Угли для дуговой лампы, диам. 1 см	10 шт.
Угли для дуговой лампы, диам. 0,5 см	10 шт.
Уголь древесный, кусками	250 г
Шеллак	50 г
Шнур электрический	10 г
Этикетки гуммированные 4×5 см	200 шт.

¹ Кислота для паяния готовится так: в концентрированной соляной кислоте растворяют кусочки цинка до прекращения реакции жидкости с металлом. В полученный раствор хлористого цинка добавляют немного хлористого аммония.

9 Вспомогательные инструменты

Название	Количество
Алмаз для резки стекла	1
Брусок точильный песчаниковый	1
Ключ гаечный (франц.)	1
Клещи для гвоздей	1
Круглогубцы	1
Молоток на 400 г	1
Напильники плоские 12,5 см	2
Напильники драчевые, длина 20 см	1
Напильники трёхгранные, дл. 12,5 см	5
Напильники круглые, диам. 5 мм	10
Напильники полукруглые	2
Оселок сланцевый	1
Острогубцы (кусачки)	1
Отвёртки	2
Паяльник	1
Пинцет прямой, дл. ок. 15 см	1
Плоскогубцы	1
Шило	1

10 Стандартный набор стеклянных трубок для составления приборов учащимися (по В. Н. Верховскому)

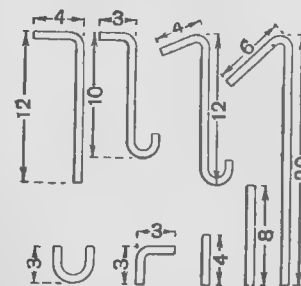


Рис. 1. Стандартный набор стеклянных трубок для составления приборов учащимися (размеры даны в см)

II. Стандарты резиновых пробок

(Первая цифра обозначает нижний диаметр, вторая — верхний, третья — высоту пробки; размеры — в мм)

8 × 11 × 16	18 × 21 × 23	36 × 41 × 42
12 × 15 × 20	22 × 26 × 27	38 × 43 × 44
14 × 17 × 20	27 × 31 × 32	45 × 51 × 52
18 × 19 × 22	29 × 34 × 35	

12. Размеры наиболее употребительных каучуковых трубок (в мм)

(по В. Н. Верховскому)

1. Для газовых горелок, холодильников и т. п.: внутренний диаметр 8 мм,				
			толщина стенок 1,5 мм	
2. Для опытов с газами .	»	3	»	1
»	»	4,5	»	1
»	»	6,5	»	1,5
3. Для разных соединений ¹	»	2	»	0,75
»	»	9,5	»	1,5
»	»	11	»	2
4. Толстостенные (для раз- реж. насоса)	»	1,5	»	3

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В ЛАБОРАТОРИИ

(основные сведения)

Единицы измерения²

Единица количества электричества — кулон (С, к). Один кулон — такое количество электричества, при прохождении которого через раствор серебряной соли на катоде выделяется 1,118 мг серебра.

Единица напряжения — вольт (V, в) — электрическое напряжение или электродвижущая сила, которые в проводнике, имеющем сопротивление в 1 ом, производят ток силой в 1 ампер.

Единица силы тока — ампер (А, а).

Сила тока = количеству электричества, проходящего в 1 секунду через поперечное сечение проводника.

Сила тока измеряется в амперах.

1 ампер = 1 кулон в 1 секунду

Единица сопротивления — ом (Ω, ом).

За единицу сопротивления (1 ом) принято сопротивление столба ртути с поперечным сечением 1 мм², высотой 106,3 см, при температуре 0° С.

Удельное сопротивление — см. стр. 98.

Единица мощности — ватт (W, вт), киловатт (kW, кВт).

Мощность постоянного тока определяется произведением силы тока на напряжение (на клеммах прибора).

ватт = ампер × вольт

1 000 ватт = 1 киловатт = 10 гектоватт

Расход электроэнергии выражается произведением мощности на время. За единицу энергии принимается 1 киловатт-час (кВт-ч), иногда 1 гектоватт-час.

¹ Каучуковые трубки, указанные в п. 3, требуются в небольших количествах.

² В скобках даны международные и курсивом — русские обозначения единиц по стандартам.

Электрические схемы

(основные понятия)

Последовательное соединение (рис. 2).

Приборы и другие звенья цепи включаются один за другим. При последовательном соединении сила тока I одинакова во всех звеньях: общее сопротивление R равно сумме сопротивлений отдельных звеньев r_1, r_2, r_3 и т. д.

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + \dots; I = \frac{U}{r_1 + r_2 + r_3 + \dots},$$

где U — напряжение.

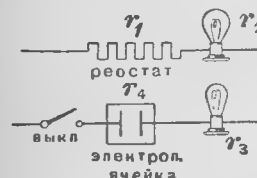


Рис. 2. Последовательное соединение

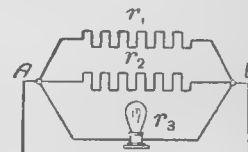


Рис. 3. Параллельное соединение

Параллельное соединение (рис. 3).

Между точками А и В ток идёт по нескольким различным путям.

При параллельном соединении общее сопротивление R меньше любого из отдельных сопротивлений $r_1, r_2, r_3, \dots$ и вычисляется по формуле:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots$$

Если $r_1 = r_2 = r_3$ и т. д., то $R = \frac{r}{n}$; где n — число параллельно включённых звеньев с равным сопротивлением r .

Сила тока I в общей части цепи (до разветвления) равна сумме сил тока i в отдельных звеньях цепи:

$$I = i_1 + i_2 + i_3 + \dots \text{ и т. д.}$$

Распределение тока по отдельным звеньям идёт обратно пропорционально их сопротивлению: чем меньше сопротивление данного звена, тем больше в нём сила тока. Наиболее распространённым примером параллельного соединения является включение осветительных ламп в сеть (выключатели же для ламп включены с ними последовательно).

Сопротивление проводника определяется по формуле:

$$R = \rho \frac{l}{q},$$

где R — сопротивление проводника в омах; l — длина проводника в метрах; q — сечение проводника в кв. миллиметрах; ρ — удельное сопротивление $\frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$, равное сопротивлению проводника длиной 1 м и сечением 1 кв. мм в омах.

7 П. П. Коржев

Удельное электрическое сопротивление некоторых проводников

Материал	Удельное сопротивление ρ при 0°C ¹	Температурный коэффициент α
Алюминий	0,03	0,004
Железо, проволока	0,10—0,14	0,006
Медь красная	0,017—0,0175	0,004
Латунь	0,07—0,08	
Нейзильбер	0,35—0,41	0,0004
Никель	0,12	0,006
Олово	0,12	0,004
Платина	0,098	0,004
Ртуть	0,95	0,0009
Свинец	0,21	0,004
Серебро	0,016—0,0175	0,004
Цинк	0,06	0,0045
Уголь	100—1000	
Нихром	1,10	0,00017
Константан	0,48	0,00003
Манганин	0,43	0,00001
Никелин	0,42	0,0003
Реотан	0,47	0,004

Реостаты

1. Ламповые реостаты (для грубой регулировки, рис. 4)

Несколько электроламп, смонтированных на общей панели, соединены параллельно. Включение производится ввинчиванием ламп. Чем больше ламп включено, тем сопротивление такого реостата меньше, сила тока в главной цепи больше (см. стр. 97 о параллельном соединении).

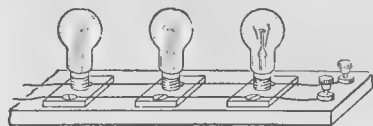


Рис. 4. Ламповый реостат

Сопротивление реостата $R = \frac{\text{сопротивление одной лампы}}{\text{число включённых ламп}}$ (при условии, что все лампы одинаковы по сопротивлению).

¹ Удельное сопротивление при температуре t градусов Цельсия вычисляется по формуле: $\rho_t = \rho_0 (1 + \alpha t)$. Температурный коэффициент α указан в таблице.

Сопротивление лампы определяется путём деления квадрата величины напряжения U в вольтах, на которое рассчитана лампа, на мощность лампы P в ваттах. Обе величины указываются на цоколе или баллоне лампы.

$$r = \frac{U^2}{P}$$

Пример. На баллоне лампы имеются обозначения 120 V, 55 W. Это значит, что лампа рассчитана на включение в сеть с напряжением 120 вольт и обладает мощностью в 55 ватт. Отсюда

$$\frac{120 \cdot 120}{55} = 260 \text{ ом.}$$

2. Проволочный реостат со скользящим контактом (типа Рустрата, рис. 5).

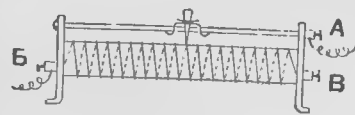


Рис. 5. Проволочный реостат

Обычный тип реостата — с 3 клеммами (по типу потенциометра).

Включение реостата в схему для регулировки силы тока: один провод присоединить к верхней клемме А, другой — к одной из нижних (любой) клемм В или В. При включении обоих проводов к нижним клеммам В и В будет, очевидно, включено максимальное сопротивление, но регулировка не достигается.

Чтобы ввести большее сопротивление, подвижной контакт передвигается дальше от той из нижних клемм (В или В), к которой присоединён один из проводов.

Нельзя применять проволочные реостаты для большей силы тока, чем та, на которую они рассчитаны.

Допустимая сила тока и максимальное сопротивление реостата указываются на щитке подвижного контакта или на табличке.

3. Электролитические реостаты.

Устройство (пример): круглый или прямоугольный сосуд (1—2 л, рис. 6). Электроды — железные пластинки или стержни, прикреплённые к передвигающимся деревянным планкам.

Электролит — 1%-ный раствор Na_2CO_3 или CuSO_4 (соли, не выделяющие вредных газов при электролизе).

Регулировка силы тока производится передвижением электродов и изменением размеров их поверхности.

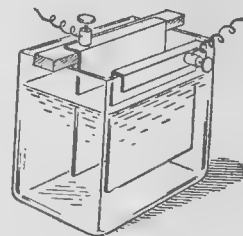


Рис. 6. Электролитический реостат

Нагревание током

Закон Джоуля-Ленца

Количество выделяемого в проводнике тепла (Q) прямо пропорционально квадрату силы тока (I), сопротивлению (R) и времени (t), в течение которого пропускается ток.

$$Q = 0,239 I^2 R t \text{ кал} = 0,239 U I t \text{ кал} = 0,239 \frac{U^2}{R} t = 0,239 P t \text{ кал в 1 сек.}$$

U — напряжение на клеммах прибора в вольтах.

P — мощность в ваттах.

Q выражено в калориях (малых), I — в амперах, R — в омах, t — в секундах.

1 киловатт-час эквивалентен $\sim 860\,000 \text{ кал} \cong 860 \text{ кал}$ (больших).

Температура нагрева провода зависит от материала провода (его удельного сопротивления), от диаметра, от плотности тока (ампер на 1 мм^2) и коэффициента теплоотдачи.

Допускаемая сила тока для проводов с резиновой изоляцией (при длительной работе)

Сечение провода мм^2	Максимальная сила тока (в амперах)	
	медный провод	алюминиевый провод
0,75	9	—
1	11	8
1,5	14	11
2,5	20	16
4	25	20
6	31	25
10	43	35

Лабораторные электронагревательные приборы

1. Плитки керамические с открытой спиралью. Удобны для быстрого нагревания невоспламеняющихся жидкостей.

2. Плитки керамические с закрытой спиралью. Нагревают медленнее, чем плитки с открытой спиралью, но являются необходимыми для перегонки горючих жидкостей.

3. Нагреватели колб (полукруглой или конической формы). Удобны для быстрого нагрева невоспламеняющихся жидкостей в круглодонных и ворончатых колбах, хуже в плоскодонных. Можно употреблять и для выпаривания жидкостей в фарфоровых чашках.

4. Водяные бани с электрическим нагревом. В школьной лаборатории имеют ограниченное применение, главным образом, при работах с органическими горючими веществами.

5. Песчаные бани отличаются от плитки с закрытой спиралью тем, что имеют высокие края для насыпания песка.

6. Воронки для горячего фильтрования. Главное назначение — для перекристаллизации. В работе удобны, но в школе мало употребительны.

7. Печи тигельные №№ 1 и 2 (№ 3 мало употребительны). Нагрев до 700° . Главное назначение — нагревание и прокаливание веществ в тиглях. Однако печи можно использовать для одновременного нагрева нескольких пробирок, также выпарительных чашек и т. п.

8. Печи трубчатые. Нагрев $800-850^\circ$. Назначение — нагревание трубок. В школьных условиях имеют ограниченное применение.

9. Печи муфельные (№№ 0—4). Назначение — сплавление веществ, плавка металлов, нагрев широких предметов. В школьной лаборатории не являются необходимыми.

10. Сушильные шкафы (размеры различны). Шкаф удобен в работе; наличие небольшого сушильного шкафа в школьной лаборатории желательно.

Обращение с электронагревательными приборами

1. Включать приборы можно только в сеть того напряжения, на которое прибор рассчитан (указание на табличке прибора, например, 220 в; при включении такого прибора в сеть с напряжением 120 в прибор не даст нужной температуры. При включении прибора, рассчитанного на напряжение 120 в в сеть с напряжением 220 в, прибор испортится — перегорит обмотка).

2. Все приборы рассчитаны на включение в сеть без реостатов. Это не исключает возможности употребления реостатов для регулировки нагрева (если максимальная температура слишком высока и желателен менее интенсивный нагрев). В этом случае реостат включается последовательно (см. стр. 97) с прибором. Реостат брать такой, чтобы допускаемая для него сила тока соответствовала току в цепи. Например, имеется прибор на 120 в мощностью 600 ватт. Отсюда максимальная сила тока $I = \frac{600}{120} = 5$ ампер. Следовательно, надо взять реостат с допустимой силой тока до 5 ампер.

Короткое замыкание

Короткое замыкание происходит в том случае, когда два проводника, между которыми существует разность потенциалов (напряжение), соединяются между собой или непосредственно, или через очень малое сопротивление. Если в цепи, в которой происходит короткое замыкание, нет достаточно больших сопротивлений, в ней развиваются очень сильные токи.

По закону Ома $I = \frac{V}{R}$. Так как при коротком замыкании сопротивление R в цепи очень мало, то сила тока очень велика, и провода сильно нагреваются. Чтобы избежать опасных последствий короткого замыкания, в цепь включаются плавкие предохранители.

Опасности короткого замыкания в осветительной сети

Главная опасность — сильный перегрев проводов, приводящий к разрушению изоляции проводов и её воспламенению, т. е. опасность пожара. Эта опасность полностью устранена при правильном устройстве предохранителей (см. ниже).

Кроме того, при коротком замыкании имеется опасность ранений от брызг расплавленного металла.

Предохранители

Принцип действия. В цепь включается участок (предохранитель) с сечением, рассчитанным таким образом, что, когда сила тока в цепи больше допустимой, предохранитель расплавляется (перегорает), и происходит обрыв тока раньше, чем возникает опасность перегрева провода и воспламенения изоляции.

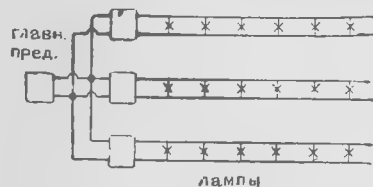


Рис. 7. Расположение предохранителей в сети

Расположение предохранителей. При вводе тока в здание ставится общий предохранитель. После него проводка разделяется на несколько групп (I, II, III и т. д.), каждая из которых обслуживается своим предохранителем (парой пробок). При правильном устройстве предохранителей перегрузка в одной из групп и перегорание предохранителей этой группы не отражаются на остальных группах. Если же при коротком замыкании в одной группе ток прерывается и в других группах, то это показывает, что предохранитель этой группы устроен неправильно и перегорел главный общий предохранитель. Штепсели обычно снабжаются отдельным предохранителем, который должен перегореть раньше, чем предохранитель группы.

Исправление предохранителей. Проволочка в предохранителях (пробках) строго рассчитана на определённую максимальную силу тока. Поэтому исправление предохранителя своими силами, когда в пробки вставляется проводничок «на глазок» и «потолще, чтобы не так скоро перегорал», не допускается.

Для ремонта предохранителя надо вызвать специалиста-электромонтёра и требовать не примитивной починки путём вставления проволочки, а замены старой пробки новой, стандартной.

Перед тем, как исправить предохранитель, надо устранить причины, вызвавшие его перегрев (короткое замыкание, неисправный прибор); обычно эта причина известна.

Расплавляющие токи для проволок

Материал провода	Сила тока в амперах								
	3	5	10	15	20	25	30	40	60
	Диаметр проволок в мм								
медная . . .	0,11	0,16	0,25	0,33	0,40	0,46	0,52	0,63	0,73
алюминиевая	0,14	0,19	0,30	0,40	0,44	0,57	0,64	0,77	0,89
железная . .	0,25	0,35	0,55	0,72	0,87	1,01	1,14	1,38	1,60

Выпрямление переменного тока

Алюминиевый электролитический выпрямитель

(по В. Н. Верховскому)

Действие этого выпрямителя основано на свойстве алюминиевого электрода пропускать ток только в одном направлении (когда алюминиевый электрод является анодом).

Выпрямитель составлен из 1 железного и 1 алюминиевого электродов, погружённых в насыщенный раствор NaHCO_3 (8%-ный) или лучше $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (10%-ный). Преимущество последнего в том, что его действие практически не изменяется при нагревании, тогда как при содовом электролите выпрямитель не работает при повышении его температуры до 50—60°.



Рис. 8. Алюминиевый выпрямитель с крючком



Рис. 9. Алюминиевый выпрямитель с железной пластинкой

Простая конструкция — гвоздь и алюминиевая ложка в стакане — мало удобна, так как при больших поверхностях алюминиевого электрода требуется предварительная формовка электрода (пропускание переменного тока небольшой силы в течение 2—3 час.). Более удобны конструкции, изображённые на рисунках 8 и 9.

Алюминиевый электрод из проволоки не требует формовки. Железный электрод — передвижной. Верхняя часть алюминиевого электрода изолирована каучуком для предотвращения перегрева верхних слоёв электролита при электролизе (вследствие отсутствия естественного перемешивания воды).

В качестве сосуда можно взять железную консервную банку (высокую), которая является одновременно электродом и сосудом.

Более сложная схема выпрямителя¹:

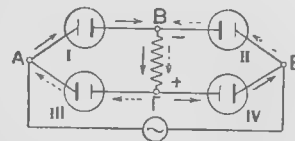


Рис. 10. Схема Грета для выпрямления тока (ток подводится к клеммам А и Б; выпрямленный ток идёт между клеммами В и Г — на рисунке между ними включено сопротивление)

¹ На рисунках 10, 11 и 12 алюминиевые электроды обозначены жирными линиями, железные — тонкими.

Схемы выпрямителей трёхфазного тока (см. рис. 11 и 12)

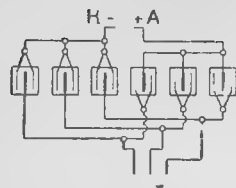


Рис. 11. Схема выпрямителя для сильных токов

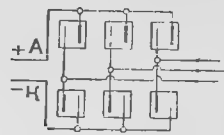


Рис. 12. Схема выпрямителя для слабых токов

Гальванические элементы

1. Элемент Лекланше.

Электроды — уголь (+) и цинк (—);
электролит — насыщенный раствор NH_4Cl с добавкой глицерина (против усыхания);
деполяризатор — смесь пиролюзита MnO_2 с углем (агломерат);
электродвижущая сила — вначале 1,5 вольт, но быстро падает при работе.

Элемент имеет большое внутреннее сопротивление, поэтому получить от него сильный ток нельзя.

Для практических занятий по электролизу воды и т. п. удобны небольшие элементы Лекланше от радиобатарей. Элементы соединяются по 3 штуки последовательно.

2. Сухие элементы — видоизменённые элементы Лекланше, в которых электролит или превращён в желатинообразную клейкую массу с помощью какой-либо загустки (крахмал), или жидким электролитом пропитана пористая инертная масса — наполнитель (древесные опилки), вследствие чего электролит является малоподвижным и не выливается. Для школьных условий (практические занятия по электролизу) удобны сухие батарейки для карманного фонаря.

3. Элемент Грене.

Электроды — уголь и цинк; цинковый электрод подвешенный; электролит — раствор хромового ангидрида в серной кислоте.

Приготовление электролита: 1 л воды + 50 мл конц. H_2SO_4 и 50 г CrO_3 .

Если нет CrO_3 , можно брать $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (преимущество его перед $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ — лучшая растворимость); на 1 л воды взять 360 мл конц. серн. кислоты и 400 г соли. Применяются и более слабые растворы: на 1 л воды 100 мл кислоты и 160 г соли.

Менее удобно применение $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Перед растворением его надо измельчить и всыпать в смесь воды и кислоты, нагревшуюся при смешении. На 1 л воды брать 120 г соли и 130 мл кислоты.

Электродвижущая сила около 2 вольт.

Элемент даёт сильный ток и удобен для проведения электролиза (демонстрационные опыты). Когда элемент не находится в работе, цинковый электрод надо поднимать из электролита.

Соединение n элементов в батареи

1. Последовательное соединение.

При последовательном соединении электродвижущая сила батарей равна сумме электродвижущих сил отдельных элементов. Нельзя собирать батарею из разных элементов и разной степени истощённости. Следить за правильностью соединения полюсов (плюс к минусу, см. рис. 13).



Рис. 13. Последовательное соединение элементов

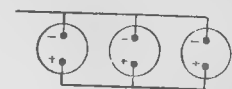


Рис. 14. Параллельное соединение элементов

2. Параллельное соединение.

При параллельном соединении (см. рис. 14) электродвижущая сила батареи остаётся приблизительно равной электродвижущей силе одного элемента, но ёмкость батареи увеличивается в n раз.

Параллельное соединение позволяет получить токи большей силы вследствие уменьшения общего внутреннего сопротивления батарей.

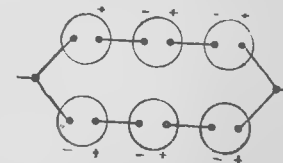


Рис. 15. Смешанное соединение элементов

3. Смешанное соединение.

Часть элементов соединяется в несколько батарей, которые затем соединяются между собой (параллельно или последовательно, см. рис. 15).

При смешанном соединении можно при наличии достаточного количества элементов добиться и нужного увеличения электродвижущей силы (последовательным соединением), ёмкости батареи и силы тока (параллельным соединением).

Определение полюсов у источников постоянного тока

Для определения полюсов у источников постоянного тока применяют индикатор или неоновую лампу.

1. Провода от источника постоянного тока прикладывают одновременно к фильтровальной бумаге, смоченной индикатором (фенолфталеин или лакмус) и раствором NaCl . По изменению окраски в местах касания определяют полюса. С фенолфталеином покраснение происходит у отрицательного полюса, с лакмусом — посинение у отрицательного полюса и покраснение у положительного полюса.

2. При действии постоянного тока с напряжением в 110—120 в в неоновой лампе светится электрод, соединённый с отрицательным полюсом источника тока. При переменном токе светятся оба электрода. (Неоновую лампу можно приобрести в электротехническом магазине.)

РАЗЛИЧНЫЕ СОВЕТЫ И УКАЗАНИЯ¹

Охладительные смеси

Общее указание. Соли должны употребляться в измельчённом виде; в случае смеси солей хорошо перемешать их. При смешивании солей с водой и мелким льдом или снегом энергично перемешивать смесь. Сосуд, в котором готовится смесь, следует обернуть снаружи войлоком, сукном или другим теплоизолирующим материалом.

I. Смеси солей со снегом или мелким льдом

Смесь одной соли со снегом

Соль	Весовые части соли на 100 весовых частей снега	Полученная температура
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	20	-2,1
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	51,5	-3,9
KCl	30	-11,1
NH_4Cl	25	-15,8
NH_4NO_3	45	-17,3
NaNO_3	53	-18,5
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	62	-19
NaCl	33	-21,2
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (крист.)	143	-55

Смеси двух солей со снегом

Весовые части соли на 100 весовых частей снега	Полученная температура
14 ч. KNO_3 + 26 ч. NH_4Cl	-17,8
52 ч. NH_4NO_3 + 55 ч. NaNO_3	-25,8
13 ч. NH_4Cl + 37,5 ч. NaNO_3	-30,7

II. Смеси солей с водой (растворение)

Растворение одной соли в воде

Весовые части соли на 100 весовых частей воды	Начальная температура воды	Полученная температура	Весовые части соли на 100 весовых частей воды	Начальная температура воды	Полученная температура
36 ч. NaCl	12,6	10,1	110 ч. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	10,7	-8,0
20 ч. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	12,5	5,7	250 ч. $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	10,8	-12,4
16 ч. KNO_3	13,2	3,0	(крист.)		
30 ч. KCl	13,2	0,6	60 ч. NH_4NO_3	13,6	-13,6
30 ч. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	15,3	3,2	133 ч. NH_4CNS	13,2	-18,0
30 ч. NH_4Cl	13,3	-5,1	150 ч. KCNS	10,8	-23,7
75 ч. NaNO_3	13,2	-5,3			

Растворение двух солей в воде

Весовые части солей на 100 весовых частей воды	Начальная температура воды	Полученная температура	Весовые части солей на 100 весовых частей воды	Начальная температура воды	Полученная температура
NH_4Cl + KNO_3			NaNO_3 + NH_4CNS		
32 ч. 21 ч.	25	-3,9	61 ч. 90 ч.	25	-12,6
29 ч. 18 ч.	15	-10,6	59 ч. 78 ч.	15	-19,6
28 ч. 17 ч.	10	-14,0	KNO_3 + NH_4CNS		
NH_4Cl + NaNO_3			22 ч. 98 ч.	25	-13,8
26 ч. 57 ч.	25	-1,6	15 ч. 82 ч.	15	-20,4
22 ч. 51 ч.	15	-9,8	NH_4NO_3 + NH_4CNS		
21 ч. 48 ч.	10	-14,0	61 ч. 89 ч.	25	-16,4
NaNO_3 + NH_4NO_3			48 ч. 75 ч.	15	-22,7
63 ч. 88 ч.	25	-10,8	NH_4NO_3 + KCNS		
60 ч. 72 ч.	15	-17,0	15 ч. 154 ч.	25	-15,8
58 ч. 65 ч.	10	-20,5	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ + NH_4NO_3		
			100 ч. 100 ч.	10	-14

Смесь $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (55 ч.) + KNO_3 (35 ч.) + NH_4Cl (35 ч.) + воды (100 ч.) даёт снижение температуры с +10° до -15°.

¹ Основными источниками при составлении данного раздела служили: В. Н. Верховский, Техника и методика химического эксперимента в школе, т. I, Учпедгиз, 1947; В. К. Чмутов, Техника физико-химического исследования, ОНТИ, 1937.

III. Охлаждающая смесь серной кислоты со снегом

H ₂ SO ₄ (66%)										
частей	48	42	36	31	26	22	19	16	13	10
Снега весовых частей	52	58	64	69	74	78	81	84	87	90
Получаемая температура	-37	-35	-33	-31	-29	-27	-25	-23	-21	-19

IV Охлаждающая смесь с твёрдой углекислотой (сухим льдом)

Приготовление. Твёрдая углекислота, полученная выпуском из баллона (см. стр. 114), обливается в фарфоровой чашке этиловым спиртом (неразбавленным), эфиром или ацетоном до получения жидкой кашицы, после чего последняя перекладывается в дюаровский сосуд ложкой.

Если имеется спрессованная твёрдая углекислота (продажный сухой лёд), то куски надо предварительно размельчить, разбить молотком (через тряпку) на возможно более мелкие части.

Температура смеси — 70° С; с эфиром до — 77°.

В хорошем сосуде смесь может сохраниться до следующего дня.

Разведение растворов

(ПРАВИЛО СМЕШЕНИЯ)

В лабораторной практике встречаются задачи следующих типов:

1. Приготовить раствор определённой концентрации из более крепкого раствора (I) путём смешения его с водой или с другим, более слабым раствором (II). Концентрация исходных растворов известна и выражена в граммах на 100 весовых или объёмных частей раствора.

2. Приготовить раствор определённой плотности путём разбавления имеющегося более крепкого раствора другим, более слабым раствором или водой. Плотности исходных растворов известны.

В обоих случаях применим следующий приём. Концентрации (или плотности) исходных растворов располагаем в верхней строке. Ниже между ними помещаем значение требующейся концентрации (или плотности) и вычитаем его из значений исходных концентраций (или плотностей). Полученные разности (абсолютные значения) дают искомое соотношение частей. Каждое из этих чисел относится к тому раствору, концентрация (или плотность) которого написана над этим числом.

Если исходные величины концентрации (или плотности) I раствора обозначим через a , II — через b , концентрацию (или плотность) смеси — c , то растворы надо брать в следующих отношениях:

$$\begin{array}{ccc} \text{I раствор} & \text{II раствор} & \\ a & b & \\ & \diagdown & \diagup \\ & c & \\ & \diagup & \diagdown \\ c-b & a-c & \end{array} \quad \frac{\text{количество частей I раствора}}{\text{количество частей II раствора}} = \frac{c-b}{a-c} \quad (1)$$

Если концентрации даны в весовых процентах, то и ответ (соотношение частей) выражается в весовых частях.

Если концентрации даны в объёмных процентах (т. е. грамм вещества в 100 объёмах раствора), то и ответ означает соотношение смешиваемых объёмных частей.

При решении задач типа 2 (приготовление растворов определённой плотности) ответ указывает соотношение смешиваемых объёмных частей.

Это правило (I) вытекает из алгебраического решения задачи на смешение растворов. Если обозначить концентрации исходных растворов I и II через a и b , а полученного через c , количества растворов I и II через n и m , то:

$$c = \frac{na + mb}{n + m}$$

Отсюда легко найти отношение количеств частей растворов I и II, при смешении которых достигается нужная концентрация c :

$$\frac{n}{m} = \frac{c-b}{a-c}$$

Примеры:

1. Приготовить 25%-ный раствор путём смешения 35%-ного (раствор I) и 12%-ного (раствор II) растворов того же вещества.

Решение:

$$\begin{array}{ccc} 35 \text{ (I)} & 12 \text{ (II)} & \\ & \diagdown & \diagup \\ & 25 & \\ & \diagup & \diagdown \\ 13 \text{ (I)} & 10 \text{ (II)} & \end{array}$$

Ответ: для получения 25%-ного раствора надо взять 13 частей раствора I и 10 частей раствора II.

2. Приготовить раствор с содержанием 17% KCl, исходя из 27%-ного раствора KCl (I) и воды.

Решение:

$$\begin{array}{ccc} 27 \text{ (I)} & 0 \text{ (вода)} & \\ & \diagdown & \diagup \\ & 17 & \\ & \diagup & \diagdown \\ 17 \text{ (I)} & 10 \text{ (вода)} & \end{array}$$

Ответ: для получения раствора с содержанием 17% KCl надо смешать 17 частей раствора с содержанием 27% KCl с 10 частями воды.

3. Приготовить раствор, имеющий плотность 1,235, смешивая растворы того же вещества, имеющие плотность 1,410 (I раствор) и 1,135 (II раствор).

Решение:

$$\begin{array}{ccc} 1,410 \text{ (I)} & 1,135 \text{ (II)} & \\ & \diagdown & \diagup \\ & 1,235 & \\ & \diagup & \diagdown \\ 0,100 \text{ (I)} & 0,175 \text{ (II)} & \end{array}$$

Ответ: для получения раствора с плотностью 1,235 надо смешать 100 объёмов раствора I с 175 объёмами раствора II.

При разбавлении более крепкого раствора водой до определённой плотности задача решается так же: вместо плотности раствора ставится плотность воды 1. Предостерегаем от ошибок: здесь часто ошибаются и вместо единицы ставят ноль, т. е. вместо плотности воды концентрацию, как в примере 2.

Это правило даёт приближённый результат в тех случаях, когда при смешении компонентов происходит *контракция* (сжатие), т. е. полученный после смешения общий объём не равен сумме исходных объёмов. Подобное явление наблюдается при смешении спирта с водой, серной кислоты с водой и др.

Измерение плотности жидкостей

Обозначение плотности d_{40}^{20} указывает, что вес данной жидкости при 20° сравнивается с весом воды при 4°. Аналогично этому d_{15}^{15} выражает отношение весов равных объёмов жидкости и воды при одинаковой температуре 15°.

Ареометры (денсиметры) изготавливаются для различных условий определения удельного веса жидкостей (для жидкостей легче или тяжелее воды, для прозрачных или тёмных жидкостей, для нефтепродуктов и т. д.). Обычно отсчёты по шкале непосредственно указывают удельный вес жидкости. Для специальных целей шкала градуируется в каких-либо других единицах (градусы или проценты спирта, градусы Бомэ и др.).

Правила работы с ареометрами

1. Цилиндр для жидкости должен быть достаточно высок и широк, чтобы ареометр мог плавать в нём свободно, не прикасаясь к стенкам цилиндра. Если ареометр упирается в дно (опускать прибор в жидкость надо осторожно), то либо жидкости в цилиндре недостаточно, либо ареометр не подходит для данной жидкости и тонет, будучи рассчитан для более тяжёлых жидкостей.

2. Правильные показания ареометра даёт только при той температуре (обычно 20° С), которая указана на шкале прибора.

3. Вследствие того, что поверхность жидкости (мениск) в сосуде и в месте соприкосновения её с шейкой прибора изогнута, не безразлично, вести ли отсчёты по верхней или нижней границе мениска.

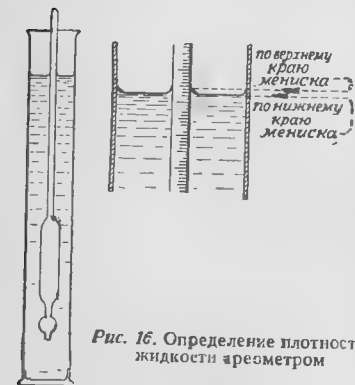


Рис. 16. Определение плотности жидкости ареометром

Для изготовляемых в СССР ареометров принято следующее правило отсчёта показаний: отсчёты у ареометров, предназначенных для нефтяных жидкостей и некоторых других жидкостей или растворов, производятся по верхнему краю мениска, о чём должна быть сделана надпись на шкале ареометра. Для всех же прочих жидкостей отсчёты производятся по нижнему краю мениска (см. рис. 16). В этом случае на шкале не делается специальных указаний об отсчётах.

Для перехода от градусов Бомэ к удельному весу можно воспользоваться табличными данными на стр. 53.

Плотность жидкости можно достаточно точно определить, используя измерительные колбы (200—250 мл). Для этого нужно определить при одинаковой температуре веса данной жидкости и дистиллированной воды при заложении ими измерительной колбы до метки. При точности взвешивания до 0,1 г (на техно-химических весах) точность

определения при ёмкости колбы 200 мл составит $\frac{0,1}{200} = \frac{1}{2000}$; т. е. возможны небольшие колебания в третьем десятичном знаке. Такая точность примерно соответствует точности измерения с помощью ареометра.

Если желательно сравнить вес жидкости с весом воды при 4° (что часто даётся в таблицах, например, d_{40}^{20}), то отношение весов жидкости и воды, найденное при одинаковой температуре, надо помножить на удельный вес (плотность) воды при температуре опыта (см. таблицу на стр. 183).

Газометр стеклянный

Заполнение водой (один из способов). Установить газометр на соответствующем лотке или над раковиной или ведром для стока воды. Заполнить бутылку газометра водой доверху; грубку воронки так залить водой, как показано на рисунке 17, и, зажав конец

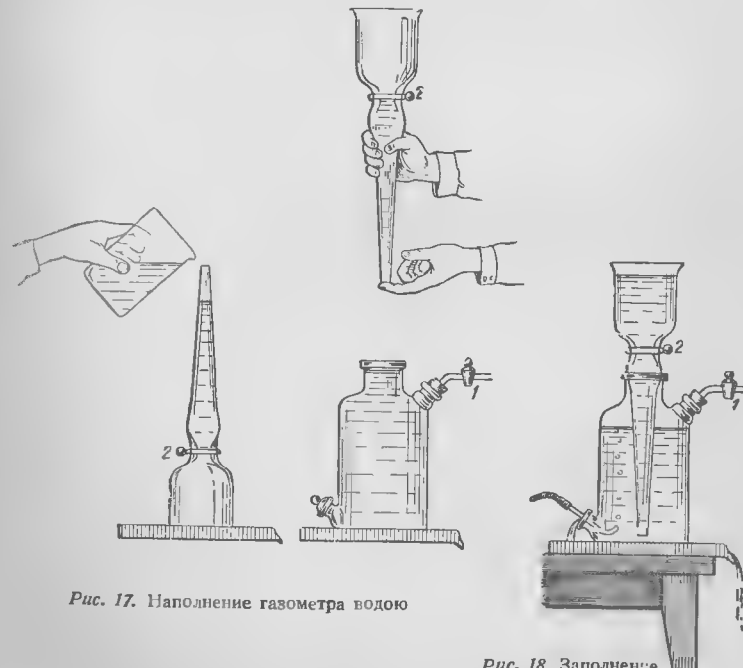


Рис. 17. Наполнение газометра водой

Рис. 18. Заполнение газометра газом

пальцем, вставить в горловину бутылки. Шлиф предварительно хорошо смазать вазелином. Пробку нижнего тубуса вставлять плотно, но не привязывать допуска газа в газометр.

Если в трубку воронки с краном попал пузырёк воздуха, его надо удалить, так как он мешает стеканию воды по трубке и снижает величину напора (а иногда может проскочить в газометр). Для этого можно присоединить к выпускному крану 1 воронку с водой на каучуковой трубке и, подняв её выше уровня пузырька в трубке, открыть оба крана газометра и выгнать пузырёк через воронку.

Заполнение газом лучше всего производить через нижний тубус. Обеспечив сток воды и проверив, закрыты ли оба крана (1 и 2), открыть нижний тубус и, свободно вставив через него газоподводящую трубку от источника газа, впускать газ. Вытесняемая вода свободно вытекает из газометра со скоростью, соответствующей подаче газа. Окончив заполнение газометра, закрыть тубус (пробку можно привязать); дополнив воронку водой, открыть кран 2, держа газ в газометре всегда под некоторым давлением.

Предосторожности: 1) если газометр был наполен раньше другим газом (или неизвестно, каким), надо сменить воду в газометре.

Иначе прежний газ, растворённый в воде, будет примешан к основному, новому газу и в некоторых случаях (водород-кислород) даст взрывоопасные смеси. Этим правилом пренебрегать нельзя.

2) При всех опытах с зажиганием горючих газов *каждый раз* производить предварительную проверочную пробу на взрывобезопасность газа (сжигание в пробирке).

Аппарат Киппа

Общие замечания. При выборе аппарата главное внимание надо обратить на качество шлифа, с помощью которого верхний шар с трубкой соединяется с нижней частью прибора: обе части должны быть хорошо подогнаны друг к другу. Тубусы часто снабжены притёртыми пробками; но притёртые пробки в работе часто «заедают», так что вообще их лучше с самого начала заменить резиновыми.

В некоторых типах прибора Киппа имеются втулочки с отверстиями. Втулочки вставляются на шлифе в сужение между средним и нижним шарами; их назначение — препятствовать попаданию кусков твёрдого вещества из среднего шара в нижний. В других конструкциях этого нет. Вместо втулок можно взять резиновый кружок с отверстиями для прохода жидкости и центральной трубки. Эти приспособления проще всего заменить небольшим

Рис. 19. Аппарат Киппа

слоем кусков битого стекла или фарфора.

Соединительный шлиф следует хорошо смазать вазелином, перед зарядкой проверить плотность пробок и крана.

Зарядка аппарата. Средний шар загружается битым мрамором (или другим соответствующим материалом) через боковой тубус шара. Куски мрамора брать не слишком мелкие (10—15 мм), запол-

няя ими $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ шара. Цинка обычно берут меньше. Для получения CO_2 из мрамора берут соляную кислоту с содержанием примерно 20% (т. е. разводя продажную крепкую кислоту в 2 раза). Для получения водорода или сероводорода применяют серную кислоту с содержанием около 20%. Кислоту заливают через верхний шар. Количество кислоты рассчитывают таким образом, чтобы при вытеснении её из средней части прибора она не выливалась из верхнего шара. Кислоту вливать в прибор надо при закрытом кране и не сразу всю; как только кислота коснётся твёрдого материала и начнётся бурное газовыделение, нужно время от времени спускать газ через кран (осторожнее с огнём в случае горючих газов!) для промывки прибора и во избежание прорыва газа через нижнюю часть прибора вверх по трубке. После того, как средний шар достаточно промыт (в случае горючих газов в этом убеждаются посредством обычной пробы в пробирке на взрывобезопасность газа), кран прибора закрыть, влить всю кислоту.

Перезарядка прибора. При работе аппарата Киппа отработанная кислота остаётся в нижнем шаре и плохо перемешивается со свежей кислотой из верхнего шара. Поэтому нередко бывает, что прибор перестаёт давать газ несмотря на то, что в среднем шаре ещё много активного твёрдого вещества, а в верхнем шаре кислота также ещё достаточно свежа. В этом случае можно осторожно отсифонировать сохранившуюся кислоту (практически это бывает целесообразным только тогда, когда верхний шар прибора под конец работы пополнялся свежей кислотой), вылить отработанную кислоту из нижнего шара через нижний тубус и, промыв загрузку в среднем шаре водой, снова заполнить аппарат свежей кислотой.

Предосторожности: при работе с горючими газами нельзя проводить какие-либо опыты с аппаратом Киппа, не проверив взрывобезопасность генерируемого газа.

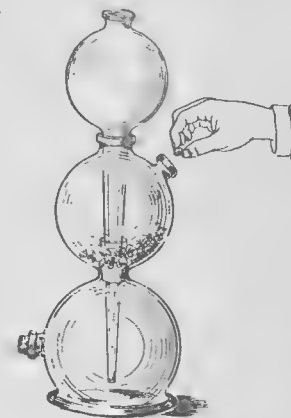


Рис. 20. Загрузка аппарата Киппа

Сжатые и сжиженные газы

Баллоны для сжатых газов

Окраска баллонов

Кислород — голубая; поперечная надпись чёрными буквами: *кислород*.

Водовод — тёмнозелёная с двумя красными полосами сверху баллона (по 25 мм) и одной красной полосой (50 мм) внизу. Надпись *водород* (красным) — над верхней красной полосой.

Ацетилен — белая с надписью сверху: *ацетилен* (красным).

Аммиак — жёлтая с надписью: *аммиак* (чёрным).

Хлор — защитная. В верхней части — поперечная полоса зелёного цвета шириной 25 мм.

Метан — красная с надписью: *метан* (белым).

Азот — чёрная, на верхней части коричневая полоса и надпись: *азот* (жёлтым).

Аргон — чёрная с белой горизонтальной полосой сверху и надписью: *аргон* (синим).

Углекислота — чёрная с надписью: *углекислота* (жёлтым).

Гелий — коричневая с надписью: *гелий* (белым).

Сероводород — белая с красной поперечной полосой сверху и надписью: *сероводород* (красным).

Для горючих газов — красная с надписью (жёлтым).

На баллонах должны быть указаны (клеймами) марки завода, порядковый номер баллона, год изготовления, дата следующего испытания, вес баллона, ёмкость в литрах, рабочее (Р) и пробное (П) давление, клеймо ОТК.

Основные правила при работе со сжатыми и сжиженными газами в баллонах

Обращение с баллонами. 1. Не допускать возможности падения баллонов и ударов при перевозке.

2. При перевозке и хранении баллоны должны быть снабжены предохранительным колпаком и гайкой-заглушкой.

3. Не ставить баллоны вблизи печей (не ближе 5 м) и других источников нагрева (не ближе 1 м). Защищать баллоны от действия солнечных лучей.

4. При работе в лаборатории закреплять баллоны в подставках или хомутами (скобами), прикреплёнными к столам или стене.

Эксплуатация баллонов. 1. Брать газ из баллона можно только с помощью редукционного вентиля. Исключение из этого правила допускается только в том случае, когда выпускается жидкая углекислота для получения сухого льда.

2. При работе с кислородным баллоном ни в коем случае не допускать присутствия следов жира, масла, смазки, а также горючих прокладок в редукционном вентиле и на арматуре баллона, так как возможно воспламенение их в атмосфере сжатого кислорода.

3. По присоединении редукционного вентиля медленно открывать вентиль баллона. Отвинчивать и подтягивать гайку редукционного вентиля можно только при закрытом вентиле баллона.

4. Выпускать газ из баллона полностью нельзя, следует оставлять в нём остаточное давление (порядка 2 ат). Баллоны, в которых нет остаточного давления, на перекапование заводом непосредственно не принимаются.

Выпуск жидкой углекислоты из баллона для получения сухого льда

Углекислота из баллона выпускается в мешок из плотной материи без редукционного вентиля. Во время выпуска баллон надо держать так, чтобы его нижний конец был выше головки. Сначала надеть мешок на баллон, затем (через мешок) открыть вентиль баллона полностью, поворачивать его во время выпуска в ту или другую сторону,

проявляя этим выходное отверстие баллона. Закрывать баллон, также не снимая мешка (рис. 21). Рекомендуется работать в перчатках.

Иногда от трения баллон электризуется и «бьёт»; в этом случае его можно заземлить, соединяя, например, с водопроводной трубой проводом.

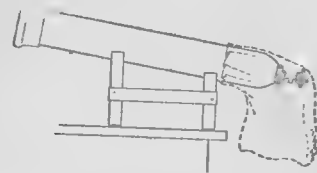


Рис. 21. Выпускание жидкой углекислоты из баллона

Сосуды Дьюара

Правила обращения при работе с жидким воздухом и другими сильно охлаждёнными веществами

1. Нельзя пользоваться непросушенным сосудом. Если на внутренних стенках сосуда есть влага, то такой сосуд при налипании в него жидкого воздуха почти всегда ломается.

2. Дьюаровские сосуды с сжиженными газами нельзя плотно закрывать пробками: неизбежен в этом случае разрыв сосуда вследствие давления, развивающегося при испарении газа. Вместо пробок для закрывания сосуда в служат комки ваты.

3. Нельзя переливать жидкий воздух из сосуда в сосуд через край: здесь стекло (спай) наиболее чувствительно к резкой перемене температуры, и сосуд часто ломается.

4. При выливании и переливании жидкого воздуха в сосуд вставляется плотно (но без нажима) резиновая пробка с 2 трубками (рис. 22). По трубке б накачивают воздух резиновой грушей, жидкий воздух выдавливается через трубку а.

Хотя взрывы сосудов не имеют большой силы и осколки стекла не летят далеко, всё же при налипании и переливании жидкого воздуха обязательно употребление предохранительных очков. Кроме того, рекомендуется обшить стакан снаружи материей; такой чехольчик задержит все осколки в случае разрыва стакана.

5. Признаки неисправности сосуда: а) сильное кипение жидкого воздуха в сосуде при стоянии; б) при стоянии сосуд снаружи покрывается изморозью. Это обычно имеет место, когда где-нибудь в стенках сосуда появилась мало заметная трещина.

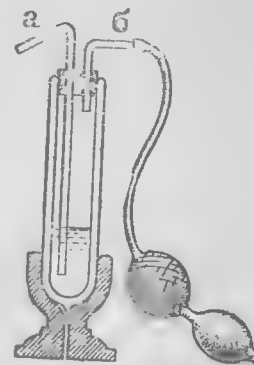


Рис. 22. Переливание жидкого воздуха

Резка стекла

Напильники. Обычно применяются трёхгранные напильники. Более удобно и практично применять плоские напильники — их легче затачивать и иметь всегда острыми. Удобны плоские напильники с отломанным остриём; их всегда можно иметь при себе. На рисунке 23 штриховкой показано сечение напильников после стачивания.



Рис. 23. Затачка напильников

«Обновить» напильник можно путём погружения затупившихся напильников на 10—15 минут в 10%-й раствор соляной кислоты, предварительно промыв напильник от грязи и жира раствором соды (10%).

Резка широких стеклянных трубок

Способ 1. Сделать напильником надрез на трубке и тонким острым пламенем паяльной горелки, всё время вращая трубку, прогнать её кругом по линии желаемого разреза. После этого сильно подуть в надрез (лучше через узкую трубку). От резкой перемены температуры трубка в большинстве случаев лопается по кольцу. Чем острее пламя горелки и чем аккуратнее, тоньше нагрета линия надреза, тем ровнее разрез.

Способ 2. Сделать напильником надрез (лучше круговой). По обеим сторонам от линии надреза обернуть трубку полосками фильтровальной бумаги в 3—5 слоёв и увлажнить её водой. Расстояние между полосками 2—3 мм. Линия надреза не должна быть влажной. Вращая трубку, прогревают место разреза острым концом пламени паяльной горелки. Трубка обычно лопается по линии надреза. Разрез тем ровнее, чем острее пламя и чем ровнее обвёрнута трубка бумагой у надреза. Если где-либо вблизи надреза бумага будет выдаваться подобно тому, как выдаётся край *a* на рисунке 24, или начнёт тлеть в одном месте, то разрез получится неровный.

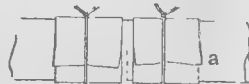


Рис. 24. Резка широких трубок

Резка широких трубок и сосудов с помощью накалённой проволоки

Из толстой железной или медной проволоки (2—3 мм) согнуть полукольцо по диаметру трубки. Оставшийся конец проволоки служит держателем и закрепляется в штатив (рис. 25). На стекле сделать надрез. Сильно накалив металлическое полукольцо, прижать его к стеклу по линии надреза, вращая предмет.

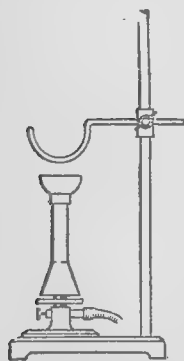


Рис. 25. Резка стеклянных трубок полукольцом

Резка стекла электротоком

1. Слянка или трубка обматывается по линии разреза нихромовой проволокой, по которой пропускают ток. Предварительно можно сделать надрез напильником, но это не обязательно. Проволока должна накалиться докрасна (там, где она не соприкасается со стеклом). Если слянка не лопнет по линии намотки, можно капнуть водой на стекло.

Проволоку надо подобрать заранее и отрегулировать её накал. Вполне пригодны электронагревательные спирали (для кипятильников), продающиеся в электротехнических магазинах; но употреблять их без включения в цепь реостата нельзя: они перекалятся и перегорят.

При обмотке слянки следить, чтобы концы проволоки не контактировали у начала обмотки.

2. Между двумя клеммами, укрепленными на доске, как показано на рисунке 26, закрепляется проволока, которая нагревается током докрасна. Прикладывая к ней и вращая стеклянный сосуд или трубку с надрезом, получают ровную трещину.

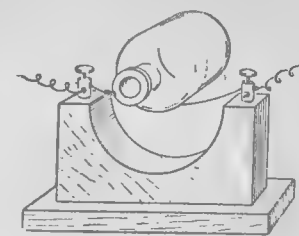


Рис. 26. Резка стекла накалённой проволокой

Резка стекла с помощью накалённой стеклянной палочки или угля Берцелиуса

Способ пригоден не только для резки круглого стекла, но и для вырезания кусков любой формы из плоского стекла. Овладение им даётся после некоторой практики; оно совершенно необходимо для химика-практика.

Сначала надо получить трещину на стекле на некотором (5—10 см) расстоянии от линии, по которой пойдёт разрез. Для этого делают надрез напильником, прикасаются к нему раскалённой палочкой и, если трещина не появится, капают на надрез водой. После этого резка ведётся так: сильно накалённой палочкой касаются стекла вблизи (5—10 мм) трещины и держат палочку, пока трещина не придвинется к месту касания (рис. 27). После этого палочку сдвигают дальше в нужном направлении (повторяя её нагревание), прогревая линию разреза. Таким образом можно «вести» трещину за палочкой. Небольшая практика быстро подскажет наилучшие приёмы работы. Палочку надо брать не толстую (4—5 мм) и следить, чтобы её конец не оплавливался в толстый шарик. В случае образования шарика его следует сплющить плоскогубцами и продолжать резку.



Рис. 27. Резка стекла с помощью угля Берцелиуса

Для этой же цели служат продажные (и самодельные) угли Берцелиуса¹. Зажжённым на горелке тлеющим коническим концом уголька пользуются так же, как накалённой палочкой. Во время резки вращают уголёк, постоянно раздувая его. Чтобы погасить уголёк, надо опустить его в пробирку.

Замазки и клеи

Гипсовая замазка

Гипс замешивается с водным раствором желатина (2—3%). Замазка быстро твердеет.

¹ О приготовлении угля Берцелиуса см. стр. 124.

Легкоплавкие замазки

Сплавляют равные количества воска и канифоли. Мягкость замазки регулируется добавками составных частей: для увеличения твердости замазки увеличивают содержание канифоли.

Менделеевская замазка

Состав:

канифоли (светлой)	100 ч.
воска желтого чистого	25 »
мумии (безводной, мелко просеянной)	40 »
олифы льняной (или льняного масла)	0,3—1 »

Приготовление. Расплавляют воск в чашке или чугуном котелке на слабом огне керосинки или горелки, где можно регулировать пламя. Если воск грязный (пена, осадок), его сливают в другую чашку. Канифоль надо истолочь в порошок и постепенно добавлять к расплавленному воску, после чего нагревают смесь до исчезновения запаха скипидара. После этого к смеси прибавляют предварительно просеянную мумию и затем льняное масло. Посуду надо брать большую, так как при смешении образуется много пены. Нагревание продолжают до прекращения выделения пены.

Если желательно иметь более твердую замазку, то берут несколько больше канифоли и меньше олифы. Для получения более мягкой замазки увеличивают относительное содержание масла.

Вместо мумии можно взять железный сурик, толченую вемзу или другой инертный порошок, предварительно хорошо прокаленный и мелко отсеянный.

Замазка, стойкая против кислот и щелочей

Состав:

сернокислого бария	1 ч.
асбестовой муки	2 »
жидкого стекла (уд. в. 1,5)	2 »

Водоупорная замазка

Порошкообразная гашёная известь размешивается с рыбьим жиром в густую массу. Затвердевает приблизительно через сутки.

Замазка для предметов, нагреваемых до 200°

Состав:

глетта (красновато-жёлтой окиси свинца)	4 ч.
глицерина (безводного)	1 »

Перед употреблением глетт прокалить до 300°. Время схватывания замазки 20—30 часов. Замазка устойчива против кислот и щелочей.

Замазка из хлористого серебра

Сплавленное AgCl (темпл. пл. 455°) является хорошей замазкой для предметов, нагреваемых до 400°.

Приготовление. Осаждают AgCl из раствора AgNO_3 соляной кислотой при кипячении (для свёртывания осадка). Осадок отфильтровывают и хорошо промывают. Высушенный осадок расплавляют в тигле и выливают на стеклянную или фарфоровую пластинку.

Применение. Место, куда наносится замазка, надо сильно прогреть, после чего на него кладётся кусочек замазки и расплавляется сильно накалённой стеклянной палочкой или с помощью паяльной трубки.

На свету сплавленное AgCl практически не разлагается. В воде замазка отклеивается.

Сера как замазка

Для неподвижного закрепления не нагреваемых выше 100° железных предметов в их гнездах (в бетоне и кирпиче) можно применять серу. В углубление сначала заливают расплавленную серу, затем вставляют предмет и дают остыть, не трогая предмет до полного остывания серы.

Замазка для фарфора

Замазка применима для заделки трещин и отверстий в глазурованных и неглазурованных фарфоровых предметах, подвергающихся сильному накаливанию.

10 ч. каолина (белой глины) и 1 ч. прокалённой буры замешивают с водой в густую замазку. Замазанное место сильно прокаливается до светлокрасного каления (800°—900°).

Замазки для предметов, нагреваемых до 500°

Состав:

а) асбеста волокнистого	4 ч.
талька	1 »
раствора жидкого стекла (до образования густого теста);	
б) мела	1 ч.
ZnO	1 »
MnO_2	1 »
раствора жидкого стекла (до получения густого теста).	

Сразу нагревать замазанное место не следует. Дать подсохнуть 5—10 час.

Быстро твердеющий цемент

Раствор MgCl_2 (60%-й) быстро замешивают с MgO до получения густого теста. Цемент затвердевает уже через $\frac{1}{2}$ —1 мин. Цемент очень прочен и твёрд, в воде не растворяется; в кислотах растворяется. Вместо MgCl_2 и MgO можно взять соответственно ZnCl_2 и ZnO .

Замазки для крупных фарфоровых и стеклянных предметов

- а) мелкоизмельчённое стекло 1 ч.
мелкоотсеянный речной песок 2 »
жидкое стекло 2 »
песок и стекло замешиваются на жидком стекле до образования теста;
- б) известь жжёная 1 ч.
мел молотый 10 »
жидкое стекло 2,5 »

Составные части смешиваются до образования теста. Замазка более тонкая, чем предыдущая.

Гипсовая замазка (цемент) для стекла и фарфора

- гипс 5 ч.
известь жжёная 1 »
яичный белок

Замазка быстро твердеет. Готовить непосредственно перед употреблением. Не водоупорна. Для нагреваемых предметов непригодна.

Казеиновая замазка

- творог (не жирный) 10 ч.
известь гашёная 2 »

Творог растереть с 5 ч. воды в кашу, после чего добавляется известь. Замазка склеивает стекло, металл со стеклом и фарфор. Не водостойка.

Казеиновая замазка для склеивания фарфора

10 г казеина растворяют в 60 г продажного жидкого стекла. Склеивать надо быстро и сушить при обычной температуре.

Водостойкая замазка для фарфора

Окиси цинка замешивается с жидким стеклом до образования густой массы.

Замазка для аквариумов

2 ч мелко толчёного стекла и 2 ч. свинцового глета смешиваются с 1 ч. натуральной олифы. Против щёлочей замазка не устойчива.

Замазки для заделки трещин в деревянных предметах

- а) 1 ч. мелких древесных опилок и 1 ч. мела молотого смешать с 1 ч. жидкого стекла; можно добавить сухой малярной краски;
- б) 5 ч. свежего творога смешивают с 1 ч. негашёной извести.

Замазки для скрепления стекла с металлом

3 ч. канифоли расплавить и в неё понемногу добавлять раствор щёлочи (4 ч. NaOH в 5 ч. воды), кипятить до образования густой массы; после этого добавить гипс. Замазка хорошо противостоит керосину. Ею можно, например, скреплять горелки керосиновых ламп со стеклянными резервуарами. Для подобных целей можно пользоваться расплавленными квасцами.

Теплостойкая замазка

для мелких нагреваемых предметов (железных и др.)

- буры 1 ч.
окиси цинка (цинковых белил) 1 »
перекиси марганца 1 »

Смесь замешивается с жидким стеклом.

Замазки для железных изделий

- а) железные опилки 140 ч.
известь гашёная 20 »
песок кварцевый чёлкий 25 »
нашатырь 3 »

В смесь добавляется уксус до образования густого теста; после того, как замазка высохнет, изделие надо прокалить;

- б) железные опилки 16 ч.
нашатырь 2 »
сера (серный цвет) 1 »

Эти вещества хорошо перемешать и сохранять в сухом месте. Непосредственно перед употреблением к смеси прибавляют ещё 200—300 ч. железных опилок и затем воды до образования густой массы. Замазка хорошо применима для заделки трещин в железных предметах, баках, трубах.

в) Для нагреваемых предметов:

- железные стружки 15 ч.
кирпич толчёный 5 »
глина сухая, толчёная 2 »
глина огнеупорная 1 »
нашатырь 0,1—0,2 »

Все части хорошо смешиваются и смачиваются водой, подкисленной уксусом.

Казеиновый клей

Взять 100 мл воды и 30 г казеина, оставить на час. При размешивании добавить 25 г концентрированного раствора аммиака и 10 г раствора едкого натра (35%-го). Получится густой клей, который разводят водой.

Клей столярный

Приготовление клея. Пластинки продажного клея положить на более мелкие кусочки и размочить в воде. Воды брать столько, чтобы она покрыла положенные в банку куски клея. Когда клей набу-

хнет (через 10—12 час.), нагревать при помешивании до растворения клея. Не допускать кипения клея и пригорания, что портит клей. Лучше нагревать клей на водяной бане. Правильно приготовленный клей в горячем состоянии обладает густотой контерского клея (гумми-арабика).

Если клей употребляется часто, рекомендуется вставить жестянку с клеем в другую (большого размера), служащую водяной баней. Разогревание клея в этом случае происходит медленнее, но и остывает клей более медленно.

Столярный клей не водоупорен.

Клей типа «синдетикон»

Неудобство столярного клея (необходимость разогревать его) может быть устранено добавкой к нему крепкой уксусной кислоты (на 100 см³ клея 10 см³ кислоты).

Если клей по остыванию всё же загустеет, добавить ещё немного кислоты.

Клей долго сохраняется.

Водоупорный столярный клей

Если к столярному клею добавить 1—2% бихромата калия (хром-пика), то клей после действия на него света теряет способность растворяться в воде.

Хромованный клей применим для склеивания стекла со стеклом. Добавка 3% глицерина делает клей более эластичным.

Клей для алюминиевой фольги

5 ч. крахмала (пшеничного) растереть с 1 ч. живицы (свежей с новой смолы), прибавить горячий раствор столярного клея (1:10) до получения сиропообразной массы. Употребляют клей в нагретом состоянии.

Жидкий клей

4 ч. сахара и 1 ч. гашёной извести смешать с 12 ч. воды, нагревать, помешивая, часа три; дать отстояться. Жидкость сливают, кладут в неё мелкие куски столярного клея из расчёта 5 ч. жидкости и 1 ч. клея. На другой день, когда клей набухнет, смесь подогревают, размешивают, пока клей не разойдётся, и кипятят 10—15 минут.

Клей для плексигласа (органического стекла)

1 ч. плексигласа (куски) растворяют в 10 ч. дихлорэтана. Растворение происходит не сразу; полученным вязким раствором пользуются, как клеем для склеивания плексигласа.

Клей для целлофана

6 ч. крахмала растереть с 10 ч. насыщенного раствора $ZnCl_2$, слегка подогреть (на водяной бане) и развести 20 частями горячей дистиллированной воды.

Клей для склеивания целлофана с бумагой

10 ч. желатина дать набухнуть в 25 ч. воды, затем прибавить 4 ч. раствора $CaCl_2$ (25%-го) и размешать при нагревании на водяной бане.

Склеивание целлюлоид

Склеиваемые части по месту склейки смачивать ацетоном или амил-ацетатом и затем сложить, сильно прижимая их друг к другу.

Приготовление хромовой смеси

К крепкой серной кислоте прибавляют 5% (от веса кислоты) измельчённого двуххромовокислого калия (хром-пика) и осторожно нагревают до растворения соли. Лучше делать это в фарфоровой посуде под тягой.

Приготовление раствора лакмуса

Раствор, получаемый путём растворения в воде кусочков продажного лакмуса, не обладает достаточной чувствительностью и не даёт резких переходов окраски.

Для получения раствора, чувствительного к небольшим количествам щелочей или кислот, лакмус подвергают очистке от примесей посторонних красящих веществ. Кусочки лакмуса в фарфоровой чашке нагревают (на водяной бане) некоторое время с 85%-м спиртом при помешивании. Окрашенный раствор сливают. После 3—4-кратной обработки спиртом растворяют остаток в горячей воде и дают отстояться в течение нескольких дней. Слив сифоном прозрачный водный раствор, выпаривают его на $\frac{1}{4}$ и, прибавив крепкой уксусной кислоты (для разложения имеющегося в растворе поташа), продолжают упаривать раствор до густоты сиропа. Затем к сиропу прибавляют большое количество 90%-го спирта, в котором растворяется уксуснокислая соль и фиолетовое красящее вещество; осадившееся же синее красящее вещество отфильтровывают, промывают на фильтре спиртом и растворяют в тёплой воде. Полученный раствор лакмуса во избежание заплесневения надо хранить в склянке, закрытой комок ваты вместо пробки, чтобы в склянку был доступ воздуха. К раствору лакмуса во избежание заплесневения можно добавить несколько капель раствора карболовой кислоты.

Приготовление лакмусовой бумаги

Крепкий раствор лакмуса окрашивается в синий или красный цвет путём прибавления небольшого количества щёлочи или кислоты. Раствор наливают в плоский сосуд и окрашивают им фильтровальную бумагу (лучше тонкую), проводя нарезанные ленты бумаги через раствор. Влажные ленты развешиваются на нитке для просушки так, чтобы куски бумаги не касались друг друга (перегибать ленты не пополам, а ближе к одному концу). На солнечном свете бумага выгорает. Хранить бумагу следует в плотно закрытых стеклянных банках.

Приготовление известковой воды

В большую склянку (2—3 л) всыпают гашёной извести слоем в 3—4 см и заполняют склянку водой почти доверху. Сильно взбалтывают и дают отстояться в течение нескольких дней. Затем прозрачную воду сливают сифоном в чистую склянку. Осадок гашёной извести в большой склянке может быть снова использован для приготовления

следующей порции известковой воды. Взмученную воду с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ можно фильтровать, не дожидаясь её отстаивания, но в этом случае раствор получается далеко не насыщенным. Хранить известковую воду лучше в склянке с хорошо подогнанной корковой пробкой.

Амальгмирование цинка (для элементов)

Очистив поверхность цинка напильником или наждачной бумагой, промывают его 10%-й серной кислотой. Налив немного ртути и слабого раствора соляной кислоты в плоский сосуд, натирают цинк ртутью с помощью старой зубной щётки или тряпки. Рука не должна непосредственно соприкасаться со ртутью. Поверхность цинка покрывается однородным слоем тестообразной амальгамы цинка. Промывают электрод водой.

Угли Берцелиуса (для резки стекла)

2 ч. траганта (камедь, связывающее вещество) обливают в ступке 6—7 ч. горячей воды, перемешивают пестиком; добавляют 1 ч. розного ладана (порошок), растворённого в небольшом количестве спирта, перемешивают. После этого постепенно добавляют угольный порошок до получения густого теста, которое формируется руками в палочки толщиной около 10 мм. Хорошо высушивают на воздухе.

Если нет траганта и ладана, можно заменить их густым раствором гумми-арабика.

Краска для горячих поверхностей

Наружные поверхности сушильных шкафов, электрических плиток и других нагревательных предметов могут быть покрыты краской, составленной из порошка алюминия, замешанного на растворе жидкого стекла.

Краска для надписей на стекле

Смешивают

жидкого стекла раствор (уд. вес 1,25)	12 ч.
дистиллированной воды	15—18 »
сернокислого бария	10 »
кремнекислоты	1 »

Последняя получается при добавке кислот к раствору жидкого стекла. Осадок промывают, просушивают и размельчают.

К смеси прибавляют какой-нибудь минеральной краски (сухой).

Карандаши для надписей на стекле

Сплавляют

стеарина (или спермацета)	4 ч.
говяжьего сала	3 »
воска	2 »

Прибавляют

сурика	6 ч.
поташа	4 »
(вместо 4 ч. поташа можно взять 1 ч. едкого кали).	

Размешивая, нагревают смесь с полчаса. Разливают в стеклянные или бумажные трубки диаметром около 1 см. При выталкивании застывших стержней из стеклянных трубок следует слегка подогреть трубки.

Защита поверхности лабораторного стола от кислот и щелочей

Деревянные поверхности пропитывают раствором танина (можно достать в аптеке), затем раствором FeCl_3 или FeSO_4 (8—10%-м). Дав высохнуть, натирают поверхность 3—4 раза сырым льняным маслом.

Серебрение стекла

Пластика или сосуд должны быть очень тщательно вымыты сначала горячей водой с мылом, затем хромпиком; после этого надо промыть стекло дистиллированной водой и сохранять вымытую поверхность под слоем дистиллированной воды. Не следует касаться поверхности стекла руками.

Приготовление растворов для серебрения

Раствор I. К раствору 10 г AgNO_3 в 50 мл воды прибавляют по каплям раствор аммиака (25%-й) при помешивании, пока образующийся темный осадок почти весь растворится. Если аммиака прилиито слишком много, то добавляют ещё раствора AgNO_3 . Правильно приготовленный раствор имеет слегка коричневатый цвет, опалесцирует. Дают отстояться, профильтровывают и разбавляют водой до 1 л.

Раствор II. Приготавливают сначала раствор 20 г глюкозы, 20 г сегнетовой соли (виннокислый калий-натрий) в 200 мл воды.

Смешивают его с раствором 8 г AgNO_3 в 20 мл воды. Смесь кипятят несколько минут и разбавляют до 1 л.

Серебрение. Равные части растворов I и II смешивают в сосуде, подлежащем серебрению, или их наливают в кювету, где лежит стеклянная пластинка, на которую наносится слой серебра.

Смазывание деревянных трущихся поверхностей

Для облегчения скольжения деревянных трущихся поверхностей (ящики столов, раздвижные дверцы столов и шкафов) их натирают тальком.

Краска для классных досок

К обычной масляной краске прибавляют небольшое количество мелко истолчённой демзы (для получения матовой поверхности).

Мытьё рук

(от жира, керосина, минерального масла)

Следует смазать руки вазелином, вытереть тряпкой или бумагой, затем мыть водой с мылом. Можно также смазать руки небольшим количеством растительного (подсолнечного) масла, вытереть бумагой, после чего мыть руки с мылом.

Мытьё посуды с помощью цепочки

Простой приём для удаления приставших к стенкам склянок и банок загрязнений заключается в том, что в посуду на пробке вводят длинную металлическую цепочку (например от часов-ходиков) и, добив воды, встряхивают посуду. Скользя по стенкам, цепочка хорошо удаляет приставшие частицы.

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТОРГОВЫЕ НАЗВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ¹

1. Химические продукты и материалы

Агар-агар — студень, добываемый из морских водорослей у берегов Индии, Китая и Японии. Главное применение — в пищевой промышленности.

Адский камень — старое медицинское название AgNO_3 — ляпис.

Аквадаг — коллоидальный раствор графита в воде — смазочное средство.

Аккумуляторная кислота — технический сорт очищенной серной кислоты (уд. в. 1,82—1,83), не имеющей вредных для работы свинцовых аккумуляторов примесей.

Активированный (или активный) уголь — уголь, обладающий большой адсорбционной (поглотительной) способностью, что достигается путём специальной обработки угля (см. также стр. 231).

Альбумин — белковое вещество, растворимое в воде.

Алуид — техническое название плавленной массы, содержащей 95—98% глинозёма Al_2O_3 . Вследствие высокой твёрдости (большей, чем у корунда), алуид применяется для изготовления гочильных камней, брусков и кругов для металлообработки. Благодаря огнеупорности и стойкости по отношению к кислотам и щелочам употребляется для заделки печей и лабораторных приборов (тиглей и пр.).

Амилацетат — см. Эссенция грушевая.

Английская соль, горькая соль, эпсомская соль — $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Имеет горький вкус. Слабительное.

Англиновое масло — технически чистый анилин.

Антимоний — старинное название сурьмы — Sb.

Антихлор — см. Гипосульфит.

Бакелит — тип искусственной смолы, получаемой путём конденсации фенола с формалином в присутствии щелочного катализатора. В процессе изготовления, на разных стадиях, свойства смолы меняются, соответственно чему различают последовательные стадии: бакелит А, В и С (конечный продукт). Пластмассы на основе бакелита, отличаясь высокой химической стойкостью, имеют большое практическое значение.

Белила

— баритовые, или **бланфикс** — искусственный BaSO_4 . Природный минерал BaSO_4 не обладает хорошей кроющей способностью.

— литопон — смесь BaSO_4 и ZnS .

— свинцовые — главная составная часть свинцовых белил $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$.

Белила титановые — TiO_2 .

— цинковые — ZnO .

Белильная известь, хлорная известь — CaOCl_2 .

Белый купорос — см. Купорос цинковый.

Белый мышьяк — см. Мышьяк белый.

Берлинская лазурь, парижская лазурь, прусская синяя — $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$, синяя краска.

Бертолетова соль — KClO_3 .

Бланфикс — см. Белила баритовые.

Бордоская жидкость — смесь гидрата окиси меди и углекислой соли с водой. Средство для борьбы с вредителями растений.

Бура, тинкал — $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, нагревая соль тетраборной кислоты,

— жёжёная, обезвоженная прокаливанием бура, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$.

Буровская жидкость — 3%-й раствор основного уксуснокислого алюминия. Обеззараживающее средство. Не пригодна для обеззараживания рук (вызывает сухость, жёсткость кожи) и металлических инструментов (вызывает потемнение и затупление).

Винный камень, кремортартар — кислый виннокислый калий — $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$. Главная часть твёрдого осадка, образующегося при брожении вина в бочках и чанах.

Вискоза — коллоидный раствор ксантогената целлюлозы в разбавленном растворе едкого натра. Применяется в производстве искусственного шёлка (вискозного), целлофана и т. д.

Газолин — лёгкий бензин.

Галалит — пластмасса, приготавливаемая из казеина обработкой его формалином. Применяется для изготовления ручек, пуговиц и т. п., служит изолятором при слабых токах.

Гарное масло — смесь нефтяных осветительных масел с различными маслами. Суррогат деревянного масла, т. е. низших сортов оливового масла.

Гарпиус — низший сорт канифоли. Получается после отгонки воды и скипидара из сосновой смолы.

Гашёная известь — см. Известь.

Гипосульфит — серноватистонагриевая соль — $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Называется также тиосульфат натрия. Техническое название — антихлор. В настоящее время согласно международному постановлению гипосульфиты называют соли кислоты $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$, например, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — гипосульфит натрия; однако в этом значении термин гипосульфит в СССР пока малоупотребителен.

Глет — кристаллическая разновидность PbO (жёлто-красного цвета). Жёлтая разновидность PbO называется массикот.

Горькая соль — см. Английская соль.

Гюинетова зелень — $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — краска.

Декалин — декагидронафталин $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$ — продукт полного гидрирования нафталина; употребляется как растворитель и как составная часть моторного топлива.

Денатурат, денатурированный спирт — этиловый спирт, содержащий некоторые ядовитые вещества, делающие его непригодным для питья, но не препятствующие его техническому применению.

Диатомовая земля, инфузорная земля, кизельгур — скопление остатков водорослей *диатомей*, имеющих кремнистый скелет (оболочку).

¹ Для удобства пользования справочником выделены таблицы «Плавы» — с. 1, стр. 139; «Минеральные удобрения» — см. стр. 135.

Древесный спирт, метиловый спирт— CH_3OH , получаемый при сухой перегонке дерева (см. Метанол).

Древесный уксус—получается при сухой перегонке дерева. Водный раствор различных органических соединений: уксусной, пропионовой и других кислот, метилового спирта и его гомологов, ацетона. Перегнанный древесный уксус применяется в медицине.

Едкий барит— $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Едкий натр— NaOH . Техническое название — каустическая сода, каустики.

Едкое кали— KOH .

Едкие щёлочи—гидраты окисей щелочных и щёлочно-земельных металлов.

Едкая известь—см. Известь.

Жавелева вода. Первоначально (со времени открытия Бертолле) так назывался раствор KCl и KClO в воде. Затем это название перенесли на раствор NaCl и NaClO в воде. Применяется для белиения тонкого текстильного товара. В практике жавелём называют также слабый отстоявшийся раствор белильной извести в воде.

Жжёная известь—см. Известь.

Жжёная магнезия—см. Магнезия.

Жжёные квасцы—обезвоженные прокаливанием квасцы—см. Квасцы.

Железный купорос—см. Купорос железный.

Жёлтая кровяная соль, жёлтое синькалы— $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$. Получается прокаливанием органических азотистых веществ животных остатков (кровь, кожа, рога) с поташом и железными опилками.

Жесть белая—листовое железо, покрытое оловом.

Живица—жидкость, вытекающая из древесины хвойных деревьев в местах поранения (подсоки).

Животный уголь, костяной уголь, костяная крупка—продукт прокаливания без доступа воздуха измельчённых и обезжиренных костей.

Жидкое стекло—см. Растворимое стекло.

Зелёный крон—см. Крон зелёный.

Зелёный купорос—см. Купорос железный.

Зелень

— гуинетова— $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ —краска.

— швейнфуртская— $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$. Сильно ядовита.

Другие названия—венская, вюрцбургская, лейпцигская, парижская зелень.

— Шееле— CuHAsO_3 .

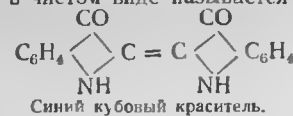
Золото сусальное—тонкое листовое золото. В технике сусальным золотом называют тонкие плёнки золотистого цвета латуни, томпака и других медных сплавов жёлтого или красно-золотистого цвета, носящие название поталь; двусернистое олово SnS_2 в виде золотистожёлтых пластинок; серебро, олово и другие белые металлы в виде тонких пластинок, покрытых жёлтым прозрачным лаком.

Золото муссивное— Sn_2S_3 , золотая краска.

Известь негашёная, жжёная— CaO . Техническое название—кипелка. Кипелку получают обжигом известняка. Употребляется для приготовления вяжущих растворов в строительном деле.

Известь гашёная— $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Техническое название—пушонка. Пушонка получается гашением кипелки определённым количеством воды. При гашении большим количеством воды получают известковое тесто консистенции густой сметаны.

Индиго синее в чистом виде называется индиготин:



Иффурная земля—неправильное название диатомовой земли (см. стр. 127).

Казеин—белковое вещество, главная составная часть творога.

Каломель— Hg_2Cl_2 , однохлористая ртуть; ср. сулема.

Кальцинированная сода—см. Сода.

Камерная кислота—техническая серная кислота, получаемая камерным способом. Удельный вес около 1,56, содержание 65—66%.

Карбид—соединения металла с углеродом (например, Al_4C_3 , CaC_2 , Fe_3C , SiC). Технический термин карбид обозначает CaC_2 .

Карболит—тип искусственных смол (изобретён Г. С. Петровым), получается путём конденсации фенола или крезолов с формальными в присутствии нефтяных сульфокислот или других веществ (органические кислоты—щавелевая, винная и др., соли органических кислот, например, уксуснокислый цинк).

Карборунд— SiC , в котором растворено до 2% карбида железа и карбида кальция. Благодаря большой твёрдости применяется для шлифования металлов.

Кармин—пунцовая краска, добываемая из насекомого—кошенили. В торговле под названием кармин встречаются имитации и некоторые минеральные краски, ничего общего с К. не имеющие, например, коричневый К, синий К.

Каустик—см. Едкий натр.

Каучук—естественное растительное вещество (см. стр. 278).

Каучук искусственный, синтетический, СК (см. стр. 281).

Квасцы—общее название двойных солей серной кислоты типа $\text{He}^I \text{Me}^{III} (\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ или $\text{Me}_2^I \text{SO}_4 \cdot \text{Me}_2^{III} (\text{SO}_4)_2 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, где Me^I условно обозначает NH_4 , Na или K , а Me^{III} — Al , Fe , Cr ; название происходит от русского «квасы» в связи с кислым вкусом раствора квасцов;

— алюмокалиевые, или калийные— $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$,

— железозаммонийные, железные— $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$,

— хромовые— $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

Кипелка—см. Известь.

Кислота Каро— H_2SO_5 —моноадсерная кислота; названа по имени химика, получившего её.

Киноварь— HgS . В чистом виде (как красная краска) употребляется редко, обычно заменяется искусственной киноварью, приготовленной с помощью анилиновых красителей. Киноварь зелёная—смесь красок жёлтого крона и берлинской лазури; по составу не имеет ничего общего с красной киноварью.

Коллодий—4%-й раствор нитроцеллюлозы в смеси спирта и эфира.

Колларгол—коллоидальный раствор серебра—медицинское средство.

Копалы—группа естественных смол, отличающихся относительной твёрдостью и высокоплавкостью. К. идут на приготовление лаков.

Крап—продажный представляет собой измельчённый корень мареи, культивировавшейся прежде весьма широко. Красящее вещество

крапа — ализарин и его производные. До получения синтетического ализарина крап имел очень широкое применение в красильном деле.

Красная кровяная соль, красное синькальи, соль Гмелина — $K_3Fe(CN)_6$. Получается окислением жёлтой кровяной соли.

Крекинг-бензин — легкокипящий продукт крекинга нефти, т. е. расщепления более сложных, тяжёлых её молекул на более простые, лёгкие при нагревании под повышенным давлением.

Кремортартар — см. Винный камень.

Крокус, кровавик, колькотар — тонкоизмельчённая окись железа Fe_2O_3 . Хромовый крокус — Cr_2O_3 . К. применяется для полировки металлов, стёкол и т. п.

Крон — жёлтая краска — $PbCrO_4$ или $ZnCrO_4$.

Крон зелёный — краска — Cr_2O_3 или смесь $PbCrO_4$ с синей краской, берлинской лазурью (см.).

Купоросы — соли серной кислоты и некоторых тяжёлых металлов;

— железный $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ — зелёный купорос;

— медный $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ — синий купорос, синий камень;

— цинковый $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ — белый купорос;

— никелевый — $NiSO_4 \cdot 7H_2O$.

Купоросное масло — техническая крепкая серная кислота с содержанием 92—93% H_2SO_4 ; уд. вес около 1,83.

Лакмус — химический индикатор, красящее вещество, добываемое из некоторых лишайников. Продаётся лакмус в виде кубиков или зёрен, содержащих значительную примесь мела, поташа и некоторых посторонних красящих веществ. Приготовление раствора лакмуса — см. стр. 123.

Ланолин — жировое вещество, покрывающее шерсть овец. В очищенном виде вследствие химической пассивности и отсутствия запаха употребляется в косметике как основа для мазей и кремов.

Лейпцигская зелень — см. Зелень швейнфуртская.

Лигрои — тяжёлый бензин.

Литопон — см. Белила.

Ляпис — см. Адский камень.

Магнезия белая — $3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2$.

Магнезия жжёная — MgO . Получается путём обжига углекислого магния.

Мазут — густая тёмная жидкость, остаток после отгонки из нефти бензина и керосина. Применяется как топливо.

Маргарин — пищевой жир, представляющий собой стойкую эмульсию из животных и растительных масел с молоком и небольшим количеством соли, яичных желтков, крахмала и краски. По составу, вкусу, цвету и запаху М. похож на коровье масло. По усвояемости М. весьма близко подходит к коровьему маслу.

Массикот — см. Глет.

Метанол — CH_3OH , метиловый спирт. Обычно термином метанол в технике называют метиловый спирт, получаемый синтетически из смеси газов ($CO + H_2$) при действии катализатора под высоким давлением (см. Древесный спирт).

Метилоранж, гелиантин — химический индикатор.

Мирбаново масло — техническое название нитробензола, $C_6H_5NO_2$.

Моногидрат — безводная серная кислота H_2SO_4 .

Мумия — коричневая краска; состоит главным образом из окиси железа с примесью гипса и алюмосиликатов. Получается путём обжига

колчеданных огарков или железного купороса. Цвет зависит от температуры обжига и примесей.

Муссивное золото — см. Золото муссивное.

Мышьак белый, мышьяк — As_2O_3 . Сильный яд!

Наждак — природная Al_2O_3 ; тёмный цвет обусловлен примесями.

Наatronная известь — смесь $NaOH$ и $Ca(OH)_2$.

Нашатырный спирт — раствор аммиака в воде. Содержит около 25% NH_3 .

Нашатырь — NH_4Cl .

Негашёная известь — см. Известь.

Норвежская селитра — $Ca(NO_3)_2$.

Нордгаузенская серная кислота — см. Олеум; см. стр. 219.

Озокерит, горный воск — смолистый минерал, состоящий главным образом из смеси углеводородов жирного ряда.

Ойльдаг — мелкая суспензия искусственного графита в масле — смазочное средство.

Оксиликвит — смесь жидкого воздуха (или кислорода) с мелким углем или другим пористым горючим материалом; взрывчатое вещество (см. стр. 191).

Оксилит (оксон) — препараты, основной частью которых является перекись натрия — Na_2O_2 . Применение оксилита основано на реакциях взаимодействия выдыхаемых человеком углекислоты и паров воды с перекисью натрия, причём одновременно с поглощением продуктов дыхания происходит выделение кислорода. Оксилит может применяться для регенерации воздуха на подводных лодках и в спасательных и пожарных кислородных аппаратах.

Олеум — дымящая серная кислота, нордгаузенская серная кислота, раствор SO_3 в серной кислоте. Содержание свободного SO_3 в олеуме 18—20%.

Олифа — высыхающее масло, преимущественно льняное или конопляное, содержащее сыкативы (см. стр. 133). Получается путём нагревания масла с окислами некоторых металлов — свинца, марганца и др., либо путём растворения в масле отдельно приготовленных сикативов.

Оловянная фольга — см. Станиоль.

Охры — природные минеральные краски жёлтого или красного цвета, состоящие главным образом из глин, богатых Fe_2O_3 , MnO_2 , $Fe(OH)_2$ и $Mn(OH)_2$.

Парафин — технический продукт — смесь твёрдых углеводородов, получаемых из нефти, озокерита или дёгтя (твёрдого, буроугольного). Температура плавления 50—55°. В отличие от стеарина просветливает.

Пергамент животный — специально обработанная кожа небольших животных — телят, коз, овец, свиней или ослов;

— растительный — бумага, обработанная раствором серной кислоты. При этом целлюлоза набухает, и бумага с поверхности становится водонепроницаемой.

Пергидрол — концентрированный (30% Е) раствор H_2O_2 в воде. Для предохранения раствора от разложения к нему добавляют немного стабилизатора.

Перманганат — $KMnO_4$; иногда его называют «хамелеоном» за способность изменять цвет при прибавлении щелочи.

Петролейный эфир — наиболее лёгкая фракция нефти; глав-

ная часть н-пентан (температура кипения 36°), н-гексан (температура кипения 69°) и их изомеры.

Пиикзальц — комплексная соль — $(\text{NH}_4)_2\text{SnCl}_6$. Употребляется для протравы в ситцепечатании.

Пиронафт — наиболее тяжёлый сорт нефтяных осветительных масел; занимает промежуточное место между керосином и лёгким соляровым маслом.

Платиновая чернь — мелкораздробленная платина.

Портланд-цемент — высокосортный цемент, приготовляемый путём обжига естественных мергелей или искусственных смесей, содержащих глину и углекислый кальций. Химический состав характеризуется отношением:

$\frac{\% \text{ CaO}}{\% (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)}$, которое колеблется от 1,70 до 2,40.

Поталь — см. Золото сусальное.

Поташ — K_2CO_3 .

Пушонка — см. Известь.

Пыль цинковая — смесь цинка с окисью цинка, серый порошок. Получается при возгонке цинка. Применяется для реакций восстановления (например нитробензола в анилин) и как серая краска.

Растворимое стекло — кремнекислые соли натрия или калия; растворимы в воде. Их водный раствор, содержащий обычно некоторое количество свободной щёлочи, называется «жидким стеклом».

Рвотный камень — $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_6$ — антимонил — калиевая соль винной кислоты. Применяется в медицине как рвотное средство и в технике в качестве протравы.

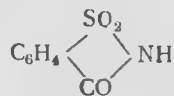
Резина — вулканизированный каучук (см. стр. 279, 281).

Ректификат — хорошо очищенный перегонкой (ректификацией) этиловый спирт.

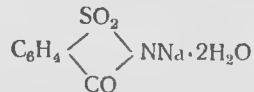
Саломас, салол — технический продукт гидрирования различных жидких жиров (хлопкового, подсолнечного и др. масел). Применяется в мыловарении.

Сальварсан — лекарственное средство, применяемое при сифилисе, тифе и др. болезнях $(\text{OH})(\text{NH}_2)\text{C}_6\text{H}_4\text{—As}=\text{As}=\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)(\text{OH})$.

Сахарин — имид орто-сульфобензойной кислоты



В продаже сахарином иногда называется также натровая соль сахарина:



Она носит также название кристаллоза (см. стр. 288).

Свинцовый сахар, сахар-Сатурн — уксуснокислый свинец $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Свинцовые белила — см. Белила.

Свинцовый уксус — водный раствор основной уксуснокислой соли свинца.

Сегнетова соль — двойная калиево-натриевая соль винной кислоты $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$.

Селитры — см. Чилийская селитра, Норвежская селитра.

Серная печень — сплав серы с Na_2CO_3 или K_2CO_3 . По составу — многосернистый натрий или многосернистый калий (полисульфиды Na или K). Употребляется в кожевенной промышленности для очистки шкур от волоса.

Серный цвет — порошкообразная сера, образующаяся на стенках печи при перегонке серы.

Серный эфир — см. Эфир серный.

Сивушное масло — смесь высших гомологов этилового спирта (пропиловый, изобутиловый, изоамиловые спирты). Содержится в неочищенном и плохочищенном спирте.

Сиенская земля — коричневая краска природного происхождения — глина, окрашенная гидратом окиси железа.

Сикативы — вещества, ускоряющие сушку масел, растворимые в масле. Соли (Pb, Mn, Co, Zn и др.) жирных кислот льняного масла (линолеаты) и смоляных кислот канифоли (резинаты).

Силикагель — гель кремнёвой кислоты $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Обладает большой поглощательной (адсорбционной) способностью.

Синий камень — см. Купорос медный.

Синтин — техническое название смеси углеводородов, получаемых из водяного газа при обычном давлении и температуре около 200° с помощью катализаторов (см. стр. 194).

Синька — см. Ультрамарин.

Синька кали — жёлтое и красное — см. Жёлтая и Красная кровяная соль.

Скипидар — эфирное масло, получаемое из смолистых выделений различных пород сосны.

Сода кальцинированная — Na_2CO_3 , получается из NaHCO_3 путём кальцинации, т. е. прокалывания.

Сода каустическая — см. Едкий натр.

Соль английская — см. Английская соль;

— бертолетова — KClO_3 ;

— глауберова — см. Глауберова соль;

— Гмелина — см. Красная кровяная соль;

— горькая — см. Английская соль;

— Мора — двойная соль — $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$;

— эпсомская — см. Английская соль.

Спермацет — животный воск, добываемый из головы кашалота.

Стеарин (техн.) — смесь стеариновой кислоты $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$ с пальмитиновой кислотой $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$. Получается при омылении твёрдых жиров, например, бараньего сала. В отличие от парафина С. не просвечивает.

Станноль — тонкие листы олова, оловянная бумага.

Сулемеа — HgCl_2 . Сильный яд!

Сульфат — технический термин сульфат означает безводный Na_2SO_4 в отличие от глауберовой соли, имеющей формулу $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Сульфит — Na_2SO_3 . Технический термин означает (если в названии не указан металл) сульфит натрия.

Сурик свинцовый — Pb_3O_4 , порошок яркочерного цвета, краска;

— железный — краска, главная составная часть которой Fe_2O_3 ; содержит примеси мела, барита, глины и др.

Термит — смесь зернообразного и порошкообразного алюминия с окислами каких-либо металлов. Обычно термит применяется для обозначения смеси алюминия с окисью железа.

Терпентин — очищенная путём переплавки живица.

Терпентинное масло — жидкий продукт перегонки живицы.
Тетралин — $C_{10}H_{12}$, тетрагидроафталин. Продукт присоединения 4 атомов водорода к нафталину. Применяется как растворитель и как составная часть моторного топлива.

Тинкал — см. Бура.

Ультрамарин — минеральная краска, встречающаяся в природе в виде лазурного камня — минерала лазурита. Искусственно У. получают сплавлением каолина с серой и содой. Употребляется как синяя краска и для подсинивания белья. В торговле называется синька.

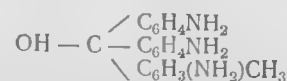
Умбра — натуральная краска коричневого цвета; состоит из глины, окрашенной окислами железа и марганца.

Фелингова жидкость — смесь растворов сернокислой меди, сегнетовой соли (см. стр. 132) и едкой щёлочи. Реактив для определения восстанавливающей способности веществ.

Фольга — металл, раскатанный в тонкие листы.

Формалин — раствор формальдегида $HCHO$ в воде. Содержит около 40 г CH_2O в 100 мл раствора. Для предотвращения выпадения белого осадка (полимера) в формалине обычно оставляют 8—12% метилового спирта. Если осадок всё же выпал, его удаляют лёгким нагреванием (под тягой).

Фуксин — один из наиболее важных красителей ряда трифенилметана. Представляет собой соединение основания фуксина



с кислотами. Обладает интенсивно красной окраской.

Хамелеон — $KMnO_4$; см. Перманганат.

Хлорная известь — см. Белильная известь.

Хромовая смесь — смесь серной кислоты с двуххромовокислым калием (способ приготовления хромовой смеси — см. стр. 123).

Хромпик (натриевый или калиевый) — техническое название $Na_2Cr_2O_7$ или $K_2Cr_2O_7$.

Царская водка — смесь 3 объёмов крепкой соляной кислоты с 1 объёмом крепкой азотной кислоты.

Целлулоид — см. стр. 297.

Целлофан — целлюлоза в виде плёнки; получается при помощи того же процесса, что и искусственное волокно (например, вискозное).

Цинковый купорос — см. Купоросы.

Червонное золото — золото с небольшим количеством примесей. Золото 92-й пробы.

Чилийская селитра — $NaNO_3$.

Швейнфуртская зелень — см. Зелень швейнфуртская.

Шеллак — смола некоторых тропических растений; применяется для электроизоляции, для изготовления патефонных пластинок, лаков и пр.

Эссенция грушевая — уксусно-амиловый эфир (амилацетат).

Эссенция уксусная — концентрированный раствор уксусной кислоты (до 80%).

Эфир серный — диэтиловый эфир $(C_2H_5)_2O$. Старинное неправильное название «серный эфир» связано со способом получения — действием серной кислоты на спирт.

Ярь-медянка — зелёная краска, основная уксуснокислая медь — $2 Cu(C_2H_3O_2) \cdot Cu(OH)_2 \cdot 5H_2O$.

2. Минеральные удобрения

(Химический состав и внешний вид)

Название	Химический состав (главная часть)	Цвет и внешний вид	Гигроскопичность	Реакция удобрения на лакмус
I. Фосфорные удобрения				
Фосфоритная мука	$Ca_3P_2O_8$ и др. составные части фосфоритов	сухой пылящий тонкий порошок, цвет желтоватый, буроватый и др.	негигроскопична	слабо щелочная или нейтральная
Суперфосфат простой	$CaH_4(PO_4)_2 \cdot H_2O$ и $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	мягкий, крупно-зернистый порошок разных оттенков — от белого до светлосерого цвета	негигроскопичен или слабо гигроскопичен	кислая (содержит 3—10% свободной H_3PO_4)
Суперфосфат двойной и тройной	$CaH_4(PO_4)_3 \cdot H_2O$	то же	то же	то же
Преципитат	$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$	лёгкий тонкий белый порошок	негигроскопичен	нейтральная
Томасшлак	$Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaO$ и силикаты Ca, Mg, Fe	тяжёлый тёмносерый порошок (мелко размолотый)	то же	щелочная
Термофосфат	$2CaO \cdot Na_2O \cdot P_2O_5$, $CaSiO_3$ и др. силикаты	то же	то же	то же
II. Азотные удобрения				
Сульфат аммония	$(NH_4)_2SO_4$	кристаллический тонкий порошок белого или сероватого цвета	слабо гигроскопичен	кислая (от избытка серной кислоты) или нейтральная

Название	Химический состав (главная часть)	Цвет и внешний вид	Гигроскопичность	Реакция удобрения на лакмус
Чилийская селитра	NaNO_3	тяжёлый кристаллический прозрачный (белый или буровато-желтоватого цвета), часто влажный крупнозернистый продукт	гигроскопична	нейтральная
Норвежская селитра	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	белый комковатый продукт, состоит из отдельных комочков	сильно гигроскопична	то же
Лейна-селитра	смесь NH_4NO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	мелкокристаллический сероватый продукт, сильно слеживается	гигроскопична	то же
Хлористый аммоний	NH_4Cl	мелкокристаллический белый или желтоватый порошок	слабо гигроскопичен	то же
Мочевина	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	белый мелкокристаллический, иногда зернистый порошок	гигроскопична	то же
Известково-аммиачная селитра (нитрокальк, нитрокок)	смесь NH_4NO_3 и CaCO_3	зернистый продукт сероватого цвета	сильно гигроскопична	слабо щелочная
Аммиачная селитра	NH_4NO_3	белый кристаллический продукт	то же	нейтральная
Цианамид кальция	CaCN_2	тонкий лёгкий порошок тёмносерого цвета	негигроскопичен	щелочная

Название	Химический состав (главная часть)	Цвет и внешний вид	Гигроскопичность	Реакция удобрения на лакмус
III. Калийные удобрения				
Калий сернокислый	K_2SO_4 , примесь NaCl	мелкокристаллический порошок, белый или сероватого цвета	негигроскопичен	нейтральная
Сильвинит	KCl с примесью NaCl	зернистый, кристаллический, розоватобурого оттенка, с отдельными красными кристалликами	слабо гигроскопичен	то же
Карналлит	$\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, примесь NaCl и др.	кристаллический розоватый продукт; на воздухе расплывается	сильно гигроскопичен	то же
Калий хлористый	KCl	белый мелкокристаллический продукт	негигроскопичен	то же
Двойная соль сульфатов К и Mg	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$	сероватый порошок	то же	то же
IV. Сложные удобрения				
Аммофос (моноаммоний-фосфат)	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ с примесью $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, фосфатов Fe, Al и др.	в чистом виде кристаллический порошок белого или сероватого цвета	то же	слабо кислая
Диаммофос (диаммоний-фосфат)	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ с теми же примесями	то же	слегка гигроскопичен	нейтральная
Аммонизированный суперфосфат	смесь CaHPO_4 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и др.	порошок серого цвета	негигроскопичен	кислая

Название	Химический состав (главная часть)	Цвет и внешний вид	Гигроскопичность	Реакция удобрения на лакмус
Аммиачный суперфосфат	смесь $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4HSO_4	порошок серого цвета	негигроскопичен	нейтральная
Лейнафос	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 40% и $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 60%	белый или сероватый порошок	то же	кислая
Калийный суперфосфат	смесь $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и KCl или K_2SO_4	то же	гигроскопичен	то же
Калийно-аммиачная селитра	смесь KNO_3 и NH_4Cl	буроватый кристаллический порошок	гигроскопична	нейтральная
Потазот	смесь KCl и NH_4Cl	кристаллический порошок белый или сероватый	слабо гигроскопичен	то же
Нитрофоска	смесь NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ и KCl или K_2SO_4	мелкокристаллический порошок, окрашивается в различные цвета (красный, коричневый, зеленый и др.)	то же	то же
Лейнафоска	смесь $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ и KCl	мелкокристаллический сероватый продукт	то же	то же
Калийно-аммиачный суперфосфат	смесь суперфосфата с NH_4Cl и K_2SO_4 (или KCl)	сероватый порошок	гигроскопичен	слабая или слабо кислая (в зависимости от способа приготовления)

3. Сплавы цветных металлов

Название	Химический состав в %	Температура плавления	Область применения
Алюмель	Ni 96; Al 2,35; Si 1,35; Fe до 0,3		электронизмерительные приборы (термопары)
Баббит свинцовый	Pb 80—82; Sb 16—18; Cu 1,25—1,75	240—415	антифрикционные сплавы
Баббит свинцово-оловянный	Pb 64—66; Sn 15—17; Sb 15—17; Cu ок. 3	240—435	
Баббит оловянный	Sn 82—84; Sb 10—12; Cu ок. 6	240—350	
Баббит мышьяково-кадмиевый	Pb 72—73; Sn 11—12; Sb 11; As 1,2—1,7; Cd 1,3—1,8; Cu 1,5—2	250—350	
Белая медь	см. нейзильбер	1040	монетный сплав
Бронза алюминиевая	Cu ок. 95; Al 4,5—5,5		ответственные детали машины
Бронза алюминиево-марганцевая	Cu ок. 90; Al 8,5—9,5; Mn 1,5—2	1060	
Бронза бериллиевая	Cu 97,4—98; Be 2—2,6	1000	
Бронза кремнистая	Cu 96,5—98; Si 2—3,5	1040	
Бронза оловянная	Cu 89—91; Sn 9—11	1020	различное литьё
Бронза пушечная	Cu 85—88; Sn 9—11; Zn 2—4	1015	
Бронза фосфористая	Cu 93—94; Sn 6—7; P 0,3—0,4	1050	
Дельта-металл	Cu 56—58; Zn 41—43; Pb 0,7—1,3; Fe 0,7—1,3	1030—1080	
Дроболитейный сплав	Pb ок. 99; Sb 0,5—1,5; Ag до 0,2; Na 0,02—0,04	320—325	в машиностроении для дробин
Дюралюмин (кольчуг-алюминий)	Al 93—96; Cu 3,5—5; Mg 0,3—1; Mn 0,3—1	650	в машиностроении
Константан	Cu ок. 60; Ni 39—41; Mn 0,4—0,6	1270	электронизмерительные приборы

Название	Химический состав в %	Температура плавления	Область применения
Латунь (жёлтая медь)	Cu 57—60; Zn 40—43	930	литьё, холодная обработка (машиностроение, различные бытовые приборы и предметы)
Магналий	Al 91—94; Mg 5—8; Mn 0,5—1; Ti 0,1—0,5; Cu до 0,6	<680	антикоррозийный сплав, штампованные детали
Маиганин	Cu ок. 85; Mn 11—13; Ni 2,5—3,5	1030	электроизмерительные приборы
Мельхиор	Cu ок. 80; Ni 18,5—20,5; Fe 0,5—1	1170	монеты, штампованные изделия
Моель-металл	Ni 65—70; Cu ок. 30	1370	антикоррозийный сплав (химическое машиностроение)
Нейзильбер А	Cu 60—70; Ni 12—17; Zn 15—26	1050	в машиностроении (детали), в электротехнике, для различных бытовых предметов (блюда, чайники и пр.)
Никелин	Cu 65—67; Ni 33—35; Mn 0,4—0,6	1250	в электротехнике
Нихром (ОСТ 3581) средний состав; имеются различные марки нихрома	Ni 64—71; Cr 14—16; Fe 14—17; Mn 1—1,8	1390	электронагревательные приборы
Припой для алюминиевых сплавов	Sn 40—55; Zn 25; Cd 20; Al до 15	150—250	} паяние
Припой оловянно-свинцовый	Sn 14—90; остальное Pb	183—280	
Припой медно-цинковый (слабый)	Zn 62—66; Cu 34—38	825	
Припой медно-цинковый (крепкий)	Zn 47—51; Cu 49—53	870	
Припой серебряный	Ag 10—70; Cu 20—54; Zn 25—30	720—830	

Название	Химический состав в %	Температура плавления	Область применения
Силико-алюминий	Si 45—50; Al 47—50; Fe 3—4	1100	} лигатуры (для получения легированных сплавов)
Силумин	Al 85—90; Si 10—15	580	
Сплав для трамвайных дуг	Al 96—98; Cu 2—4	<690	
Словолитный сплав	Pb 75; Sb 20—24; Sn 1,8—4,3; Cu ок. 1	320—390	в печатном деле
Типографский сплав	Pb 84—85; Sb 10—14; Sn 2—4	250	в печатном деле
Томпак (красная медь)	Cu 89—91; Zn 9—11	1045	гильзы мелкокалиберных патронов, различные изделия (штамповка)
Хромель	Ni 90; Cr 9,5; Fe до 0,3		электроизмерительные приборы (термопары)
Электрон 2	Mg ок. 98,5; Mn ок. 1,5	625	} машиностроение
Электрон 3	Mg ок. 95; Al 3—4; Zn 0,8—1,2; Mn 0,2—0,5; Be 0,02—0,05	610	
Легкоплавкие сплавы			
Сприиклер-сплав	Bi 53; Pb 15; Sn 20; Cd 12	70	для сприклеров (противопожарных приспособлений, автоматически подающих воду при повышении температуры в помещении выше определённого предела)
Сплав Вуда	Bi 50; Pb 25; Sn 12,5; Cd 12,5	60,5	
Сплав Розе	Bi 35; Pb 35; Sn 30	140	
Металл Розе	Bi 50; Pb 25; Sn 25	94	
Металл Липовица	Bi 50; Pb 27; Sn 13; Cd 10	70	
Легкоплавкий сплав	Bi 36; Pb 28; Cd 6; Hg 30	48	
Легкоплавкий сплав	Bi 42; Pb 32; Cd 6; Hg 20	58	

Оказание первой помощи при несчастных случаях в школьной химической лаборатории

Учителю химии следует помнить следующее правило: *как бы надёжно ни была обеспечена безопасность опыта или демонстрации, меры первой помощи надо иметь всегда под рукой.*

Готовясь к демонстрации, к практическим работам учеников, учитель делает всё для обеспечения их безопасности. И всё-таки одновременно должно быть подготовлено всё необходимое на случай несчастия. Разумеется, нет нужды сосредоточивать внимание учеников на этих мероприятиях — всё нужное должно быть под рукой, но не на виду у учеников.

Ранения

Нужно различать двоякого рода ранения: а) с повреждением вен и б) с повреждением артерий. В первом случае из раны кровь вытекает медленно, при втором — кровь бьёт сильной струёй. При ранении руки без повреждения артерии необходимо вокруг раны удалить кровь ватой, смоченной слабым раствором спирта или раствором марганцевокалиевой соли; затем смазать рану иодной настойкой и завязать чистым бинтом. Если порез глубокий и кровь бьёт «фонтаном», то нужно крепко пере-вязать руку выше пореза. Для этого берут толстую резиновую трубку и перетягивают руку, завязав трубку узлом. Если нет резиновой трубки, можно использовать верёвку или, наконец, носовой платок, скрутив его жгутом. Удалив кровь вокруг раны, накладывают несколько слоёв стерильной марли и толстый слой ваты, а затем забинтовывают. Пострадавшего сейчас же необходимо отправить в амбулаторию.

При глубоком порезе лица или другого какого-либо места, которое неудобно для наложения жгута, поступают следующим образом: на место ранения нужно наложить большой кусок марли, из ваты сделать тампон (шарик), которым прижать марлю. Тампон должен быть крепко прижат к ране, чтобы кровь не выходила из-под него. Держа тампон у раны, пострадавшего немедленно отправить к врачу.

Ожоги

Место, куда попала горячая жидкость или коснулся горячий предмет, нужно немедленно погрузить в свежеприготовленный раствор марганцевокалиевой соли, концентрация которого тем больше, чем сильнее ожог. Смазать обожжённое место мазью от ожога или вазелиновым маслом; если же этого под руками нет, присыпать ожоги содой и забинтовать. Очень хорошим средством при небольших ожогах является винный спирт. Смочив вату спиртом, приложить её к месту ожога на 2—3 минуты. В случае серьёзных ожогов на значительной поверхности тела — приложить ко всему ожогу компресс из раствора перманганата или танина и немедленно отправить пострадавшего к врачу.

При ожоге рук или лица серной кислотой быстро смыть кислоту большим количеством воды, а затем 10%-м раствором соды; ни в коем случае не смывать кислоту мылом, так как выделяющиеся при этом жирные кислоты не позволяют хорошо удалить кислоту.

При ожоге фосфором немедленно погрузить (если это представляется возможным) обожжённую часть тела в раствор марганцевока-

лиевой соли или в 10%-й раствор нитрата серебра. Во всех случаях ожогов фосфором немедленно отправить пострадавшего в больницу, так как возможно отравление фосфором через рану.

Первая помощь в случаях отравления в химической лаборатории при работе с реактивами

1. Аммиак. При отравлении парами аммиака немедленно дать больному вдыхать пары кипящей воды. Затем дается внутрь молоко, белок, лимонный сок или уксус.

2. Азотные окислы. При отравлении окислами азота немедленно дать вдыхать чистый кислород. Затем больного отправить к врачу.

3. Бром. При отравлении парами брома дать сейчас же больному умеренно вдыхать пары аммиака или нюхать слабый раствор сероводородной воды. При ожоге бромом рук или лица наложить на обожжённое место лансин или другой жир. Обратиться к врачу.

4. Бензин. При отравлении бензином дается больному рвотное; затем производится искусственное дыхание и растирание тела. Нужно также давать возбуждающие средства (валериановые капли).

5. Бензол. При отравлении бензолом применяются те же средства, что и при отравлении бензином.

6. Иод. При отравлении иодной настойкой дать внутрь больному крахмальный клейстер или раствор (15 г на 200 г воды) гипосульфита. Дать сразу 100 см³, а затем давать через 10 минут по столовой ложке.

7. Метиловый спирт. При отравлении метиловым спиртом немедленно дать больному вдыхать кислород. Срочно вызвать врача.

8. Мышьяковистые соединения. При отравлениях мышьяковистыми соединениями немедленно вызвать рвоту, затем давать стаканами жжёную магнезию, взмученную в воде, большое количество жира или масла. Больного отправить к врачу для немедленного промывания желудка.

9. Окись углерода. При отравлении окисью углерода больного немедленно перевести в хорошо проветренное помещение, дать вдыхать кислород. Если у больного затруднено дыхание, применить искусственное дыхание; немедленно вызвать врача.

10. Ртутные соединения. Если произошло отравление каким-либо растворимым ртутным соединением, немедленно вызвать рвоту до прибытия врача; больному дать молока, яичного белка; лучше всего в молоко прибавить яичного белка и давать больному. Хорошо также дать больному адсорбирующего угля в воде или гидрата окиси магния. Немедленная медицинская помощь.

11. Свинцовые соединения. При отравлениях свинцом дать внутрь раствор сульфата натрия (1:10) или сульфата магния (1:10) в тёплой воде, а также молоко, яичный белок, большие количества адсорбирующего угля.

12. Сероводород. В лёгких случаях — свежий воздух, в тяжёлых — перекись водорода (2:0:100), холодное обливание.

13. Сернистый газ. При отравлении сернистым газом больного вывести на свежий воздух; если отравление тяжёлое — применить искусственное дыхание.

14. Сероуглерод. При отравлениях сероуглеродом путём вдыхания больного немедленно перевести в другое помещение, так как необходим свежий воздух, и тотчас же вызвать к больному врача. До прихода врача — тёплые ванны, молоко, искусственное дыхание.

15. Серная кислота. При отравлении серной кислотой немедленно вызвать врача, так как необходимо промывание желудка. Дать больному выпить раствор жжёной магнезии (15,0 : 1000 см³ воды), затем раствор яичного белка (5 белков на 1 л воды). Вызывать рвоту противопоказано.

16. Синильная кислота. При отравлении синильной кислотой дать рвотное и немедленно вызвать врача. Если врач далеко, начать промывание желудка, делать искусственное дыхание, холодное обливание затылка с высоты 50 см и растирание. Пить концентрированным раствором глюкозы или сахара.

17. Соляная кислота. При отравлении соляной кислотой немедленно вызвать врача, так как необходимо промывание желудка. Дать внутрь жжёную магнезию, раствор едкого натра (2 : 300), молоко, маслянистые эмульсии. При стеснённом дыхании следует применять искусственное дыхание. Вызывать рвоту противопоказано.

18. Уксусная кислота. При отравлении уксусной кислотой немедленно вызвать врача, так как необходимо промывание желудка. Дать жжёную магнезию, раствор едкого натра (2 : 300), молоко, маслянистые эмульсии. При стеснённом дыхании следует применять искусственное дыхание. Вызывать рвоту противопоказано.

19. Фенол (карболовая кислота). Если карболовая кислота принята внутрь, немедленно вызвать врача к больному, так как необходимо промывание желудка. Дать внутрь молоко, яичный белок или сахарно-известковую смесь (40 частей воды, 16 частей сахара и 5 частей чистой гашёной извести) каждые 5 минут по одной столовой ложке. При ожоге карболовой кислотой рук или лица промыть обожжённое место бромной водой или слабым раствором уксуса. Если попала карболовая кислота в глаза, немедленно промыть глаза раствором этилового спирта (1,5 г 96%-го спирта на 100 г воды). Вызывать рвоту противопоказано.

20. Фосфор. При отравлении фосфором дать питьевое — 1 г медного купороса, растворённого в большом количестве воды (2—3 л). Давать больному кусочки льда. Нельзя давать молоко и жиры.

21. Фтористоводородная кислота. При отравлении фтористоводородной кислотой к больному немедленно вызвать врача, так как необходимо промывание желудка. Дать молоко, яичный белок, раствор хлористого кальция (10 : 200). Вызывать рвоту противопоказано.

22. Хлор. При отравлении хлором больного вывести на свежий воздух. Давать нюхать смесь слабого раствора аммиака с винным спиртом. Класть холодные компрессы на грудь и горло.

23. Хромовая кислота. При отравлении немедленно вызвать врача, так как необходимо промывание желудка; давать молоко, яичный белок, раствор едкой извести в сахарной воде. Вызывать рвоту противопоказано.

24. Цианистый калий. При отравлении цианистым калием немедленно больного отвести в амбулаторию или вызвать врача. Первую помощь см. «Синильная кислота».

25. Щавелевая кислота. При отравлении немедленно вызвать врача, так как необходимо промывание желудка. Давать окись кальция в сахарной воде, тёртый мел, взболтанный с водой, углекислую магнезию. Вызывать рвоту противопоказано.

Список (минимум) необходимых медикаментов

Раствор йода в спирте (3—5%-й) Раствор NaHCO₃ (3%-й)
» борной кислоты (2%-й) » уксусной кислоты (3%-й)

Мазь от ожогов

Мазь можно составлять из равных объёмов льняного масла и известковой воды (насыщенная известковая вода разбавляется вдвое).

Перевязочные средства

Бинты стерилизованные шириной 5 см.

Вата гигроскопическая стерилизованная, 1—2 пачки.

Марля стерилизованная (куски широкого бинта в герметически закрывающейся стерилизованной банке).

Противопожарные меры

Пожар в школьной лаборатории — страшное бедствие. Чаще всего пожар в лаборатории возникает вследствие отсутствия дисциплины при выполнении практических работ и легкомысленного отношения руководителей к правилам пожарной безопасности. Учителя и его помощники должны помнить, что пожар в лаборатории наносит не только материальный вред, но грозит жизни учащихся, и в сознании ответственности за жизнь школьников они должны строжайшим образом следить за порядком и дисциплиной в лаборатории.

Во избежание пожаров надо:

1) хранить горючие вещества под замком отдельно от других веществ, в условиях, исключающих появление открытого огня вблизи места хранения;

2) при проведении практических работ и демонстрационных опытов не следует пользоваться большими склянками с легко воспламеняющимися веществами (эфир, сероуглерод, бензин и т. п.), а пускать в обращение склянки небольшой ёмкости с минимально необходимым запасом горючих жидкостей;

3) не вести перегонку горючих жидкостей на открытом огне; пользоваться по мере возможности закрытыми электрическими плитками и банями.

Главнейшие противопожарные средства

Вода. Лаборатория должна быть обеспечена водой путём устройства пожарного крана или ответвления от водопроводной линии с пожарным рукавом достаточной длины. При отсутствии водопровода надо иметь запас воды в бачке и пожарные вёдра.

Песок. В лаборатории надо обязательно иметь запас сухого, не засорённого горючими веществами песка в ящике или ведре, стоящем из доступном месте.

Огнетушители. В большинстве случаев пригодны жидкостные огнетушители — пеногены. Необходимо вести регулярный контроль за своевременной перезарядкой их; следить, чтобы при огнетушителе была проволока для прочистки сопла в случае засорения сопла во время работы огнетушителя.

Горящий бензин, керосин, бензол и т. п. тушить песком (засыпать) и огнетушителями.

Горящий спирт и ацетон можно тушить водой.

Горящий натрий и калий тушить сухим песком (засыпать).

Фосфор также тушить песком.

КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ

Качественные реакции катионов

Катионы	Характерные реакции
NH_4^+	1. Реактив Несслера (щелочный раствор K_2HgI_4) даёт красноватокоричневый осадок. Малое количество NH_4^+ даёт жёлтое окрашивание. Очень чувствительная реакция. Применяется для исследования питьевой воды. 2. NaOH, KOH (концентрированные растворы) выделяют NH_3 из твёрдых солей или концентрированных растворов. При разбавленных растворах осторожно подогревать жидкость в стаканчике, не допуская выбрасывания жидкости. Выделяющийся NH_3 узнаётся: а) по запаху (не наклоняться над стаканчиком, нюхать осторожно!); б) по образованию белого дыма NH_4Cl при поднесении к стаканчику палочки, смоченной концентрированной соляной кислотой; в) по посинению красной лакмусовой бумажки от действия NH_3 (бумажкой не касаться смоченных раствором краёв стаканчика!). 3. При прокаливании многие аммонийные соли возгоняются (белый дым), причём появляется запах аммиака.
Na^+	1. Кислый пиросульфат калий $\text{K}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ с нейтральными или слабо щелочными концентрированными растворами солей Na даёт белый кристаллический осадок $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$. Реакции мешает присутствие NH_4^+. 2. Бесцветное пламя горелки окрашивается солями натрия в яркожёлтый цвет.
K^+	1. Винная кислота $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ даёт с нейтральными концентрированными растворами солей калий белый кристаллический осадок $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$. Реакции мешает присутствие NH_4^+. 2. Бесцветное пламя горелки окрашивается солями K в фиолетовый цвет. Окраска хорошо заметна через синее стекло. Последнее особенно необходимо при одновременном присутствии K^+ и Na^+.
Mg^{++}	1. Фосфорнокислый натрий Na_2PO_4 в присутствии солей аммония и аммиака даёт белый кристаллический осадок MgNH_4PO_4. 2. Едкие щёлочи дают белый осадок $\text{Mg}(\text{OH})_2$. В присутствии солей аммония $\text{Mg}(\text{OH})_2$ не выпадает.
Ca^{++}	1. Щавелевокислый аммоний $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ даёт белый осадок CaC_2O_4, не растворимый в уксусной кислоте. 2. Едкие щёлочи дают белый осадок. 3. Бесцветное пламя горелки окрашивается в красно-жёлтый (кирпичный) цвет.
Sr^{++}	1. Гипсовая вода — насыщенный раствор CaSO_4. Даёт осадок SrSO_4 — медленно на холоде, скорее при нагревании. Осадок заметно растворим в сильных кислотах (HCl и HNO_3). 2. Едкие щёлочи дают белый осадок. 3. Бесцветное пламя горелки окрашивается в карминовокрасный цвет.

Катионы	Характерные реакции
Ba^{++}	1. H_2SO_4 и её соли дают нерастворимый белый осадок. 2. Хроматы и бихроматы в присутствии уксуснокислого натрия дают жёлтый осадок BaCrO_4. 3. Щавелевокислый аммоний даёт с солями Ba осадок, вполне растворимый в уксусной кислоте. 4. Бесцветное пламя горелки окрашивается в зелёный цвет.
Al^+	1. Едкие щёлочи дают осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$ амфотерного характера, растворимый в кислотах и в избытке раствора NaOH или KOH. 2. Уксуснокислый натрий или аммоний даёт осадок основной уксуснокислой соли. 3. Нелетучие соединения алюминия при прокаливании разлагаются с образованием Al_2O_3. Если, например, $\text{Al}(\text{OH})_3$ прокалить, смочить раствором $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ и затем снова прокалить, то получится масса, окрашенная с синий цвет — тенарова синь.
Fe^{++}	1. Жёлтая кровяная соль $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ даёт синий осадок берлинской лазури $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$. 2. Роданистый калий или аммоний KCNS или NH_4CNS даёт красное окрашивание раствора. 3. Аммиак и едкие щёлочи дают бурый осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
Fe^{+++}	1. Красная кровяная соль $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ даёт синий осадок турнбулевой сини $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$. 2. Аммиак и едкие щёлочи дают белый осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$, на воздухе быстро меняющий окраску на зеленоватобурную вследствие перехода в $\text{Fe}(\text{OH})_3$. 3. Реакции Fe с перлом буры — см. стр. 149.
Cr^{+++}	1. Растворы солей хрома окрашены в характерный фиолетовый или зелёный цвет. 2. Щёлочи дают серо-зелёный осадок $\text{Cr}(\text{OH})_3$, растворимый в кислотах и в избытке щёлочи; при кипячении щелочных растворов осадок выделяется снова. 3. Реакцию с перлом буры — см. стр. 149.
Zn^{++}	1. Едкие щёлочи дают белый осадок $\text{Zn}(\text{OH})_2$. Осадок растворим в избытке NaOH, KOH, NH_4OH. 2. Осадок $\text{Zn}(\text{OH})_2$, смоченный азотнокислым кобальтом, при прокаливании даёт массу зелёного цвета — ринманову зелень.
Mn^{++}	1. NaOH и KOH дают белый, быстро буреющий осадок. 2. Сурик Pb_3O_4 (или перекись свинца PbO_2) и концентрированная азотная кислота при нагревании с солями Mn даёт характерную для KMnO_4 фиолетово-красную окраску раствора. 3. Реакция Mn с перлом буры — см. стр. 149.
Ni^{++}	1. Растворы солей окрашены в зелёный цвет. 2. KOH даёт светложёлтый осадок $\text{Ni}(\text{OH})_2$. 3. Аммиак даёт зелёный осадок основной соли, растворяющийся в избытке аммиака (синий цвет). 4. Диметилглиоксим (реактив Чугаева) даёт розово-красное окрашивание или осадок. 5. Реакцию с перлом буры — см. стр. 149.

Катионы	Характерные реакции
Co ⁺⁺	1. NaOH и KOH дают синий осадок. При прилипании аммиака осадок растворяется; раствор желтоватого цвета. 2. Реакцию с перлом буры — см. стр. 149.
Ag ⁺	1. Соляная кислота и растворы её солей дают белый творожистый осадок, растворимый в аммиаке. 2. Щёлочи дают бурый осадок, растворимый в избытке аммиака.
Hg ⁺⁺	3. Реакции с анионами Cl ⁻ , Br ⁻ и J ⁻ — см. стр. 150. 1. КОН даёт жёлтый осадок HgO. 2. Аммиак даёт белый осадок. 3. KJ даёт красный осадок, растворимый в избытке KJ с образованием K ₂ HgJ ₄ .
Hg ⁺	1. Едкие щёлочи дают чёрный осадок. 2. Аммиак даёт чёрный осадок. 3. KJ даёт зелёный осадок Hg ₂ I ₂ . 4. Соляная кислота и её соли дают белый осадок каломели Hg ₂ Cl ₂ , чернеющий при прилипании аммиака. Присутствие солей ртути в растворе легко обнаружить, потерев поверхность медного (или латунного) предмета ваткой, смоченной данным раствором. На меди образуется зеркальный налёт от выделившейся металлической ртути.
Pb ⁺⁺	1. Едкие щёлочи (KOH и NaOH) дают белый осадок, растворимый в избытке щёлочи. 2. Соляная кислота и её соли дают белый осадок, растворимый в горячей воде и выпадающий в виде красивых игол при охлаждении раствора. Ещё более эффектный осадок PbJ ₂ в виде золотистых блёсток выпадает при действии иодидов.
Cd ⁺⁺	1. Сероводород даёт жёлтый осадок CdS.
Cu ⁺⁺	1. Щёлочи дают зеленовато-синий осадок Cu(OH) ₂ , чернеющий при нагревании. Осадок растворяется в избытке аммиака с характерным интенсивно-синим окрашиванием раствора. 2. Железо вытесняет металлическую медь из её солей.
Cu ⁺	1. Щёлочи дают жёлтый осадок Cu(OH).
Ei ⁺⁺⁺	2. KCN даёт белый осадок, растворимый в избытке реактива. 3. Вода, прибавленная в большом количестве к растворам солей висмута, даёт белый осадок основных солей (явление гидролиза). 4. Реакция с перлом буры — см. стр. 149. 5. Станнит натрия даёт чёрный осадок металлического висмута. (Станнит натрия приготавливают добавлением NaOH к SnCl ₂ до растворения первоначально выпавшего осадка.)
As ⁺⁺⁺	1. Реакция Марша. При действии цинка и кислоты на раствор, содержащий мышьяк, получается газообразный AsH ₃ ; пропуская последний через стеклянную трубку с сужением, нагревая трубку в месте сужения; вблизи сужения получается налёт мышьяка (металлическое зеркало). AsH ₃ можно зажечь; он горит, распространяя чесночный запах. 2. При сгорании бумажки, пропитанной соединениями As и высушенной, чувствуется чесночный запах.

Катионы	Характерные реакции
Sb ⁺⁺⁺ и Sb ⁺⁺	1. Образование металлического налёга при нагревании SbH ₃ в тех же условиях, что и при открытии As по Маршу. Отличие налёга Sb от As: налёт Sb более тёмного цвета, образуется не вблизи от места нагрева, а непосредственно в этом месте. Если нагреть налёт As, то он перегоняется на другое место; налёт Sb не перегоняется.

Качественное определение металлов по окраске перла буры

Техника выполнения. Конец платиновой проволоки, впаянной в стеклянную палочку, свёртывается в виде колечка диаметром около 2 мм. Проволочка должна быть чистой. (Для очистки — окунуть проволочку в крепкую HCl и прокалить.) Накалив колечко в пламени горелки, опускают его в порошок буры; проволочку с приставшей бурой опять нагревают до расплавления буры и получения прозрачного стекловидного «перла». Излишек буры надо стряхнуть. Набрав проволочкой крупинку исследуемой соли (или смакнув проволочку в концентрированный раствор соли), снова сплавляют перл в окислительной или восстановительной части пламени (см. ниже).

Получение окислительного и восстановительного пламени свечи с помощью паяльной трубки

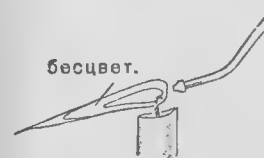


Рис. 28. Окислительное пламя



Рис. 29. Восстановительное пламя

Цвет перла буры

Элемент	Нагревание в окислительном пламени		Нагревание в восстановительном пламени	
	остывший перл	горячий перл	остывший перл	горячий перл
Cu	синевато-зелёный	зелёный	красно-бурый	бесцветный
Fe	бесцветный	красно-жёлтый	бутылочно-зелёный	зелёный
Co	синий	синий	синий	синий
Ni	красно-бурый	фиолетовый	жёлто-серый	жёлто-серый
Mn	фиолетовый	фиолетовый	бесцветный	бесцветный
Cr	светлозелёный	красный	изумрудно-зелёный	зелёный

Качественные реакции анионов

Анионы	Характерные реакции
SiO_4^{4-}	1. BaCl_2 даёт нерастворимый белый осадок.
SO_3^{2-}	1. KMnO_4 (слабый раствор) в кислой среде обесцвечивается.
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	1. AgNO_3 даёт белый осадок, который быстро буреет и затем чернеет. 2. Разбавленная H_2SO_4 выделяет SO_2 и S ; при этом наблюдается помутнение вследствие выделения серы.
CO_3^{2-}	1. При действии кислот выделяется CO_2 .
NO_3^-	1. Раствор бруцина в серной кислоте даёт красное окрашивание. 2. Если к раствору нитрата прилить насыщенный раствор FeSO_4 и осторожно прилить (по стенке пробирки) концентрированную H_2SO_4 , то на границе обоих растворов образуется бурое кольцо.
NO_2^-	1. Разбавленная H_2SO_4 выделяет окислы азота. 2. Соли кобальта в присутствии уксусной кислоты дают жёлтый осадок. 3. FeSO_4 и H_2SO_4 (разбавленная) дают такое же бурое кольцо, как при NO_3^- (см. выше).
Cl^-	2. AgNO_3 даёт белый творожистый осадок, темнеющий на свету.
Br^-	2. Соли Pb и Hg дают белые осадки. 1. AgNO_3 даёт бледножёлтый осадок. 2. Хлорная вода выделяет бром.
I^-	1. AgNO_3 даёт жёлтый осадок. Свободный иод можно обнаружить крахмальным клейстером — получается синее окрашивание. К раствору соли HI прилить немного крахмального клейстера и прибавить каплю HNO_3 или немного хлорной воды. Раствор синет.
ClO^-	1. Соли ClO^- устойчивы только в щелочном растворе. При подкислении выделяется хлор. 2. KI (подкисленный раствор) окрашивается в бурый цвет (выделение иода). 3. Раствор индиго и других органических красок в кислом растворе обесцвечивается.
ClO_3^-	1. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4$ восстанавливают ClO_3^- в Cl^- . Если к раствору соли HClO_3 прибавить раствор H_2SO_4 и AgNO_3 , а затем бросить несколько кусочков гранулированного цинка, то жидкость замутится вследствие выделения AgCl . 2. Концентрированная H_2SO_4 при действии на сухую соль выделяет жёлто-зелёный газ ClO_2 , который очень легко разлагается со взрывом (осторожно, не нагревать!). 3. Концентрированная HCl выделяет Cl_2 .
PO_4^{3-}	1. Магнезимальная смесь ($\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$) даёт кристаллический осадок $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Анионы	Характерные реакции
SiO_3^{2-}	2. FeCl_3 даёт осадок FePO_4 . 1. При подкислении растворов натриевых и калийных солей кремнёвой кислоты образуется студенистый осадок. 2. Соли аммония выделяют студенистый осадок.
CrO_4^{2-}	1. Соли Ba^{2+} и Pb^{2+} дают жёлтый осадок.
$\text{Cl}_2\text{O}_7^{2-}$	2. Сернистым аммонием и другими восстановителями легко восстанавливаются до S^{2-} .
$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$ (соли уксусной кислоты)	1. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4$ образует этиловый эфир $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$, который легко узнаётся по приятному фруктовому запаху. 2. FeCl_3 даёт тёмнобурое окрашивание; при кипячении такого окрашенного раствора выпадает осадок.
$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	1. Соли Ca^{2+} , Sr^{2+} и Ba^{2+} дают белый осадок. 2. $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (разбавл.) обесцвечивается.

Индикаторы

(Интервал перехода)

Индикатор	Интервал при 18°	Окраски в среде		Пригот. раствора индикатора и растворитель
		кисл.	щелоч.	
Тропеолин ОО .	1,3—3,3	красный	жёлтый	0,1% (вода)
Диметиламиноазобензол (диметилгельб) . .	2,9—4,0	красный	жёлтый	0,1% (спирт)
Метилоранж . . .	3,1—4,4	красный	жёлтый	0,1% (вода)
Конго-рот . . .	3,0—5,2	синевioletовый	красный	0,1% (вода)
Метил-рот . . .	4,4—6,2	красный	жёлтый	0,2% (60 мл спирта + 40 мл воды)
Лакмид . . .	4,4—6,3	красный	синий	0,2% (спирт)
Лакмус . . .	5,0—8,0	красный	синий	1,0% (вода)
p-Нитрофенол . .	5,0—7,0	бесцветный	жёлтый	0,2% (вода)
Нейтральрот . .	6,8—8,0	красный	жёлтый	0,1% (60 мл спирта + 40 мл воды)
Фенилфталени . .	8,2—10,0	бесцветный	красный	1% (так же)
Тимолфталени .	9,4—10,6	бесцветный	синий	0,1% (спирт)

III. ИЗ ИСТОРИИ ХИМИИ

Выдающиеся химики мира¹

Авогадро (Avogadro) Амедео (1776—1856), итальянский физик. Гипотеза А. о том, что в равных объёмах различных газов содержится одинаковое число молекул, имела исключительно важное значение для химии. Высказанная в 1811 г., эта гипотеза получила признание значительно позже (см. Капицаро, стр. 159). В настоящее время она известна под названием «закона Авогадро» и имеет значение основного закона физики и химии. Закон Авогадро легко выводится как одно из важнейших следствий из основных положений кинетической теории газов.

Арбузов Александр Ерминингельдович, род. в 1877 г., русский химик-органик, академик. Основные работы А. посвящены исследованию фосфоорганических соединений. В этом направлении А. работает около 45 лет и является одним из крупнейших в мире специалистов в этой области. Работы А. являются ценным вкладом в науку.

Крупный учёный и прекрасный экспериментатор, А. не отгораживается от участия в разрешении важных практических задач (расширение и рационализация производства скипидара и канифоли, разработка метода получения фурфурола из соломы и промышленного метода производства уксусной кислоты). В период первой мировой войны А. организовал производство фенола и многих химико-фармацевтических препаратов.

Работы А. в период Великой Отечественной войны дали много ценных результатов для обороны страны.

Научная и педагогическая деятельность А. связана с казанскими вузами — университетом и химико-технологическим институтом. Он является достойным продолжателем знаменитой «казанской школы» химиков (см. Зинин, Бутлеров, Клаус); многочисленные ученики А. успешно работают во многих научных учреждениях СССР.

Работы А. дважды удостоены Сталинской премии (см. стр. 178, 179). **Аррениус (Arrhenius) Сванте** (1859—1923) — шведский химик и физик, создал теорию электролитической диссоциации, которая произвела переворот в учении о растворах (см. стр. 240).

Большую научную ценность имеют исследования А. в одной из важнейших областей физической химии — учении о скоростях химических реакций.

¹ В перечень включены также некоторые учёные-физики, работы которых оказали большое влияние на развитие химии. Литература биографического характера — см. стр. 332—333.

А. известен также своими работами в области астрофизики и применения законов физики и химии к биологии.

Бах Алексей Николаевич (1857—1946) — известный русский биохимик, академик. Узловые научные проблемы, над которыми Б. работал всю свою жизнь, — химизм ассимиляции углерода растениями, химизм окислительно-восстановительных процессов, происходящих в живой клетке, изучение ферментов. Мировую известность Б. создала его теория окисления органических соединений через промежуточную стадию образования перекисей. Эта теория, предложенная Б. в 1897 г., до настоящего времени сохранила своё значение и подтверждена многими исследованиями. Работы Б. по изучению ферментов явились ценнейшим вкладом в биохимию и имеют очень большое практическое значение для таких производств, где технологический процесс зависит от действия ферментов: в производстве чая, табака, вина, пива, при выпечке хлеба и т. д.

Интересна биография Б. Юношей 16 лет он принимает участие в подпольных революционных кружках. В 1878 г. его высылают из Киева за участие в студенческих волнениях. Вернувшись из ссылки в 1882 г., он вступает в партию «Народной воли» и ведёт широкую революционную пропаганду. В это время Б. написал известную брошюру «Царь-Голод» (экономические очерки). В связи с разгромом «Народной воли» Б. эмигрирует в 1885 г. за границу, где начинает свою научную деятельность сначала во Франции, затем в Швейцарии. В течение 23 лет в небольшой домашней лаборатории Б. выполнил около 80 научных работ. За эти работы Лозаннский университет избрал Б. почётным доктором химических наук.

В 1917 г. Б. вернулся в Россию и без колебаний стал на сторону советской власти. Не оставляя научной работы, он активно участвовал в общественной жизни страны. Он вёл большую организаторскую работу по восстановлению и развитию химической промышленности и принимал деятельное участие в организации первых советских научно-исследовательских институтов (Физико-химический институт им. Карпова, Биохимический институт и др.). Как учёный-общественник Б. боролся за сплочение вокруг советской власти лучшей части старой научно-технической интеллигенции и за воспитание молодых советских научных кадров. Б. — лауреат Сталинской премии (1941 г.). В 1945 г. ему присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Бекетов Николай Николаевич (1826—1911), русский химик. По окончании Казанского университета работал ассистентом у Н. Н. Зинина. В 1859—1887 гг. — профессор Харьковского университета. С 1886 г. — академик. Первые работы Бекетова относятся к области органической химии, которая в тот период стремительно развивалась и влекла к себе молодых учёных. Но вскоре работы Б. приобретают самостоятельное, чёткое физико-химическое направление. В 1859 г. Б. провёл важные исследования по вопросу о вытеснении серебра и других металлов из водных растворов их солей сжатым водородом. Далее Б. исследовал восстанавливающие действия некоторых металлов (Zn в парах, Al, Mg) на соединения бария, кремния, калия, кальция и др. Эти работы явились научной основой алюминотермии, технология которой была разработана значительно позже. Б. применил металлический алюминий для получения металлов бария (1859 г.), калия (1865 г.) и рубидия (1885 г.) из их окислов и дополнил эти опыты термхимическим исследованием прочности окислов щелочных металлов. Б. выполнены многочисленные работы по термохимии и по обменным реак-

циям. В 1890 г. он написал превосходное руководство «Основные начала термодинамики».

С именем Б. связано развитие новой отрасли химии, физической химии, понятие о которой было дано ещё Ломоносовым. В этом отношении Б. является исторически прямым продолжателем Ломоносова.

Впервые в мире Б. начал систематическое преподавание физической химии как самостоятельной дисциплины на организованном им физико-химическом отделении Харьковского университета (1864 г.).

Б. считал, что периодический закон Менделеева даёт указания не только на сложность атомов, но и на то, что они построены из первичной материи по определённому закону.

Б. был прекрасным популяризатором. Популярные лекции, которые он читал еженедельно в течение более 30 лет, пользовались большим успехом у слушателей.

Бертло (Berthelot) Марселен (1827—1907) — французский химик. Главной научной заслугой Б. являются синтезы многочисленных органических соединений. Важнейшие из этих синтезов — см. стр. 261. Эти работы, начатые им с 1851 г., на заре развития органической химии как науки, сильно содействовали её быстрому прогрессу и окончательному изгнанию из науки ложной концепции о «жизненной силе». Очень важны работы Б. по термодинамике; при проведении этих работ Б. пользовался изобретённой им калориметрической бомбой.

В 1870—1871 гг., во время осады Парижа, Б. входил в состав комиссии по обороне и заинтересовался химией взрывчатых веществ. В результате — ряд работ, положивших основание для современного учения о взрывчатых веществах.

В последние годы своей жизни Б. занимался вопросами химии растений и почвы.

Очень обширны работы Б. по истории химии. Он изучил подлинники рукописей на арабском, еврейском, сирийском, греческом и других языках и дал много нового по истории алхимии. Б. был очень крупным и разносторонним учёным с исключительной работоспособностью. Им опубликовано свыше 1800 оригинальных трудов.

Бертолле (Berthollet) Клод Луи (1748—1822) — французский химик. Б. положил начало химической механике. В своей работе «О законах химического сродства» Б. доказывал, что направление реакции определяется не только химическим сродством, зависящим от природы реагирующих веществ, но зависит и от условий опыта (давление, температура), агрегатного состояния, растворимости, летучести, а также от массы реагирующих веществ.

Из экспериментальных исследований Б. следует отметить исследования NH_3 , HCN , H_2S и KClO_3 . Он первый предложил применять для белил хлор.

В годы французской буржуазной революции Б. по поручению революционного правительства принимал руководящее участие как химик-учёный в работах по обороне страны от интервентов (производство пороха, расширение производства селитры, применение KClO_3 для изготовления взрывчатых веществ и др.).

Замечательна полемика Б. и французского химика Жозефа Пру (1755—1826). Изучая химическое сродство, Б. пришёл к ошибочному выводу, что химические соединения не имеют постоянного состава. Пру многочисленными работами доказал неверность утверждений Б. После восьмилетней полемики победителем оказался Пру. Это подорвало научный авторитет Б. К сожалению, вместе с ошибочными взглядами Б.

на постоянство состава веществ надолго были забыты и основы механики, формулированные им.

Берцелиус (Berzelius) Йенс Якоб (1779—1848) — шведский химик. Деятельность Б. протекала в период, когда устанавливались и формулировались важнейшие положения и понятия научной химии. Работы Б. оказали большое влияние на развитие химии. Б. был исключительным экспериментатором и выдающимся теоретиком. Работая в примитивных условиях, он с поразительной для своего времени точностью определял атомные веса всех известных тогда 49 элементов, причём методы исследования ему приходилось создавать в процессе работы. Большую услугу науке Б. оказал, введя буквенные обозначения химических элементов вместо прежних сложных значков и создав этим основу современного химического языка. Обозначения Б. сохранились до настоящего времени. Б. открыл ряд новых элементов (Si, Se, Th, Ce, Zr). Обобщая отдельные наблюдения, Б. ввёл в химию понятия (и термины) изомерии, полимерии, катализа и органической химии.

Б. — автор дуалистической электрохимической теории, впоследствии уступившей место более правильным представлениям. Научный авторитет Б. был чрезвычайно высок, и к нему всегда обращались для решения важнейших спорных вопросов. В его лаборатории работали многие выдающиеся химики (Вёлер, Митчелли, Розе и др.).

Бойль (Boyle) Роберт (1627—1691) — английский физик и химик, один из первых учёных, придававших решающее значение опыту. По физике Б. работал главным образом с газами: изучил физические свойства воздуха, открыл зависимость между объёмом и давлением газов (закон Б.), построил воздушный насос. В своих работах по химии Б. систематизировал большинство известных в то время реакций, ввёл в химию начала анализа и предложил термин «химический анализ». Б. установил понятие о химическом элементе, различал смеси и химические соединения; дал способ открытия кислот и оснований растительными индикаторами.

Бор (Bohr) Нильс (род. в 1885 г.) — датский физик. Из его работ исключительно важное значение имеют работы по теории строения материи.

Б., значительно расширив и дополнив представления Резерфорда о строении материи, дал новую схему строения атома (модель атома Резерфорда-Бора). В настоящее время с развитием физики атома представления о строении материи подверглись значительным изменениям, но теория Б. всё же сохраняет значение важнейшего этапа в развитии наших знаний о структуре атома.

Бородин Александр Порфирьевич (1834—1887) — талантливый русский химик и композитор. Б. работал в области органической химии, оставил 91 печатный труд по органической химии. Неблагоприятные условия, в которых находилась наука в царской России, привели к тому, что очень ценные работы Б. по исследованию альдегидов и бромированию органических кислот не были закончены, так как Б. не имел средств для оборудования соответствующей лаборатории.

Б. — автор оперы «Князь Игорь» и ряда симфонических и камерных произведений. Как композитор он приобрёл всемирную известность. Б. оказал большую помощь развитию женского образования в России.

Бутлеров Александр Михайлович (1828—1886), великий русский химик, создатель структурной теории (теории химического строения) органической химии. Выдающийся представитель «казанской школы» химиков (см. Зинин и Клаус). По окончании Казанского

университета в 1849 г. был оставлен при университете в качестве преподавателя, в дальнейшем профессор Казанского и Петербургского университетов. С 1874 г. — академик.

В период 1857—1861 гг. Б. провёл ряд первоклассных работ по получению нодистого метилена и его производных. Работы привели к получению ряда новых соединений, в том числе диоксиметилена, гексаметилентетрамина (уротропина), и закончились имеющим очень важное значение синтезом сахаристого вещества из полимера формальдегида.

В 1861 г. в докладе «О химическом строении веществ» впервые изложил основы своей теории. Сообщение Б. было принято сдержанно, но вскоре Б., предприняв экспериментальные исследования, блестящим синтезом триметилкарбинола и других третичных спиртов подтвердил существование этих предсказанных структурой теорией соединений (см. стр. 261—262). Далее последовал синтез изобутана, чем была впервые доказана изомерия в ряду углеводородов, также предсказанная структурной теорией.

Б. открыл явление полимеризации изобутилена. Б. детально исследовал реакции присоединения воды к ненасыщенным углеводородам (этилен, пропилен и др.) в присутствии серной кислоты с образованием этилового и других спиртов. Эти реакции (полимеризации и гидратации «олефинов») в настоящее время лежат в основе новых крупных производств.

Чёткую формулировку понятия «химическое строение» Б. дал в своём классическом учебнике «Введение к полному изучению органической химии». Теория строения придала органической химии ту стройность классификации и систематизации, отсутствие которой до этого сильно тормозило развитие органического синтеза; она дала возможность предвидения новых соединений и указывала пути их получения. В этом бессмертная заслуга Б.

Интересно отметить, что Б. не сразу специализировался по органической химии. Его первой научной работой была диссертация «Дневные бабочки Волго-Уральской фауны» (1849 г.), и лишь позднее он целиком посвящает себя органической химии. В этом отношении его путь напоминает путь его учителя, выдающегося русского химика-органика Н. Н. Зинина (см. ниже).

В России Б. создал школу химиков-органиков. Ученики Бутлерова разрабатывали новые вопросы органической химии в духе «направлений Бутлерова», т. е. в духе принципов теории строения. Учёные школы Бутлерова (Зайцев, Марковников, Вагнер, Попов, Фаворский) дали ряд очень ценных в теоретическом отношении работ и пользуются известностью среди химиков-органиков всего мира.

Вант-Гофф (Van't Hoff) Якобус Генрикус (1852—1911) — голландский химик. Ещё до окончания университета В.-Г. в небольшой брошюре изложил идеи, которые он развил впоследствии в новый раздел химии — стереохимию. Важное значение имеют работы В.-Г. по растворам, в которых он выяснил связь между осмотическим давлением, упругостью пара и точками замораживания и кипения. В.-Г. ввёл в науку понятие о подвижном равновесии и показал, что мерой химического средства является убыль свободной энергии системы в результате реакции.

Вёлер (Wöhler) Фридрих (1800—1882) — немецкий химик. В области неорганической химии он известен тем, что выделил в 1827 г. Al, исследовал Ti, Si и В. Но особенно важны работы В. по органической химии. В 1828 г. он первый получил из неорганических соеди-

нений органическое вещество — мочевины. Этим был нанесён самый сильный удар идеалистической теории о «жизненной силе». В. также первый установил явление нисомии. Оптическая им изомерная кислота оказалась изомерной гремячей кислотой, открытой Либихом.

Воскресенский Александр Абрамович (1809—1889), русский химик. Деятельность В. распадается на два периода. Будучи молодым учёным, В. провёл ряд выдающихся по точности работ по органической химии. Он установил точную формулу нафталина, впервые установил состав хинной кислоты. При окислении последней получил новое соединение, хинон, имевшее большое значение для химии и технологии синтетических красителей. В. выделил из бобов какао теобромин и установил его состав. С 1838 г. В. посвятил себя педагогической деятельности; среди многочисленных учеников В. встречаются имена Менделеева, Бекетова и других крупных русских химиков.

За В., как за воспитателем нескольких поколений химиков, укрепилось прозвище «дедушки русской химии». В 1869 г. после нескольких столкновений с чиновниками министерства народного просвещения В. оставил педагогическую деятельность.

Гей-Люссак (Gay-Lussac) Жозеф (1778—1850) — французский химик. Сделал много открытий в области физики и химии. Изучая воздух и другие газы, он установил, что все газы при нагревании расширяются одинаково и что при химических реакциях объёмы соединяющихся и получаемых газов находятся в простых кратных отношениях (законы Гей-Люссака). Г.-Л. подробно исследовал элемент J, в 1815 г. изучил циан. Его исследования H₂ и HCN подтвердили предположение Бертолле о существовании бескислородных кислот. Большое значение имели его работы по технологии серной кислоты (башня Гей-Люссака). Г.-Л. — один из первых воздухоплавателей: он вместе с Шарлем подымался на аэростате для изучения верхних слоёв атмосферы.

Дальтон (Dalton) Джон (1766—1844) — английский физик, учился в сельской школе до 11 лет, а потом стал учителем. Самоучкой изучил физику и химию. Д. всю свою жизнь интересовался метеорологией. Наблюдения Д. над воздухом привели его к изучению газов.

Д. открыл закон парциальных давлений газов, установил зависимость количества испаряющейся жидкости от температуры, давления и других факторов.

С 1802 г. Д. стал заниматься атомной теорией в приложении к химии. Д. первый обосновал атомную теорию так, что она дала возможность объяснить количественный состав веществ. Он установил закон кратных отношений, ввёл обозначение атомов знаками, ввёл химические формулы (отличные от принятых сейчас). Общие идеи Д. имели чрезвычайно важное влияние на всё дальнейшее развитие химии.

Дэви (Davy) Гемфри (1778—1829) — английский химик. Первые работы Д. посвящены исследованию газов, в частности закиси азота, спящее действие которой он открыл и демонстрировал всем желающим. В 1807—1808 гг. Д. выделил электролизом из гидроксидов щелочных и щелочно-земельных металлов K, Na, Li, Mg, Ca, Sr, Ba. Д. показал, что хлор — элемент, а не соединение (окись «мурья»), как это считалось со времени открытия хлора. Д. предложил водородную теорию кислот. Из других работ Д. особенно важны его исследования по каталитическому действию платины и изобретение им безопасной рудничной лампы, первое испытание которой в шахте было произведено им самим.

Зелинский Николай Дмитриевич (род. в 1861 г.) — русский химик, академик, один из крупнейших современных химиков-органиков. Основные работы З. относятся к области катализа. В этой области З. сделаны крупные открытия. Работы З. по исследованию и переработке нефти открыли новые пути химической переработки нефти и получения из неё разнообразных ценных продуктов. Много ценного для выяснения структуры белков дали работы З. по аминокислотам и белкам. З. принимает участие в исследованиях по получению синтетического каучука, моторного топлива, применению сверхвысоких давлений (порядка нескольких тысяч атмосфер) в органической химии. Многие исследования З. помимо большого научного значения очень важны для промышленности и обороны страны.

В 1885 г. З. впервые синтезировал дихлордиэтилсульфид (иприт). В 1915 г. остро вставшая проблема защиты от химических боевых веществ была наилучшим образом разрешена З. Он создал противогаз с активированным углем, что сохранило жизнь многим тысячам воинов. Научная и педагогическая деятельность З. тесно связана с Московским университетом, где он состоит профессором с 1893 г. З. создал школу химиков-органиков, из которой вышли многие талантливые советские химики. З. — лауреат Сталинской премии (1942 г. и 1945 г.). В 1945 г. ему присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Зинин Николай Николаевич (1812—1880) — выдающийся русский химик-органик, профессор Казанского университета, впоследствии член Академии наук. З. в 1833 г. окончил Казанский университет по математическому отделению и был оставлен при университете в качестве преподавателя математических дисциплин. Затем специализировался по химии и после годичной работы в лаборатории Либиха окончательно посвятил себя органической химии.

Вернувшись в Казань, образцово поставил преподавание химии в университете и широко развернул исследовательскую работу. Он был родоначальником «казанской школы» химиков-органиков; в числе его учеников были Бутлеров, Бекетов, Зайцев и др. Важнейшие работы З. посвящены исследованию горчичного масла и производных бензойного альдегида, а также изучению нитросоединений. Исключительно важной заслугой З. является открытие им в 1842 г. реакции восстановления нитробензола в анилин (сернистым аммонием). До тех пор анилин считался дорогим и малодоступным лабораторным препаратом. Открытие З. дало возможность легко получать анилин из технического нитробензола. Это открытие явилось той базой, на которой быстро развивалась мощная анилиноокрасочная промышленность.

В Казанском университете бережно хранятся как реликвии образцы препаратов анилина, полученных Зининым.

Каблуков Иван Алексеевич (1857—1942) — русский химик. Первые работы К., проведенные им под руководством А. М. Бутлерова, относятся к области органической химии. Вскоре И. А. Каблуков занялся главным образом вопросами физической химии. Работы К. в области исследования электропроводности растворов (в частности неводных), по термохимии, по изучению упругости водно-спиртовых смесей и др. являются ценным вкладом в теоретическую химию. К. известен как прекрасный педагог. Педагогическая деятельность К. началась в 1885 г. В течение многих лет К. вел курс общей химии в Тимирязевской сельскохозяйственной академии и Московском государственном университете. Автор нескольких учебников для высшей школы по неорганической и физической химии.

Кавендиш (Cavendish) Генри (1731—1810) — английский физик и химик. Ещё до Кулона К. открыл взаимодействие электрических зарядов, раньше Фарадея определил диэлектрические коэффициенты различных изоляторов и произвёл ряд других исследований, но нигде не опубликовал их, и они стали известны лишь после его смерти. К. на основании взаимного притяжения небольших масс определил среднюю плотность земли. По химии К. работал с газами. Он открыл H_2 , синтезировал окислы азота и азотную кислоту, установил, что вода — не простое вещество, а состоит из H и O , ввёл понятие «химический эквивалент». К. первый отметил, что в воздухе, кроме кислорода и азота, имеется какой-то инертный остаток (см. стр. 201).

Канницаро (Cannizzaro) Станислао (1826—1910) — итальянский химик. Имеет крупные заслуги в области теоретической химии. К середине XIX в. важнейшие теоретические вопросы об атомном и молекулярном весе, эквиваленте и др. оказались очень запутанными. В 1860 г. в Карлсруэ был созван съезд химиков, на котором были поставлены эти вопросы. Страстная полемика на съезде не привела к единому решению. Перед самым окончанием съезда появилась брошюра, в которой К. с предельной ясностью изложил спорные вопросы, разрешил кажущиеся противоречия и предложил правильное решение вопроса. В частности К. показал большое значение и роль гипотезы Авогадро в определении молекулярных весов и этим в значительной мере содействовал её широкому признанию. По воспоминаниям Менделеева и других участников съезда, брошюра К. произвела сильное впечатление. Благодаря К. были установлены правильные атомные и молекулярные веса, остающиеся без существенных изменений до настоящего времени. Из практических работ К. имеет большое значение синтез хлористого бензола, реакция обращения ароматических альдегидов в спирт и кислоту и исследования сantonina.

Клаус Карл Карлович (1796—1864) — русский химик, профессор Казанского университета. Исследуя уральскую платиновую руду, открыл новый элемент — рутений (см. стр. 173). За границей к открытию К. отнеслись сперва недоверчиво. Берцелиус даже утверждал, что рутений — нечистый иридий. Тщательная проверка подтвердила открытие нового элемента. 20 лет своей жизни К. посвятил изучению платиновых руд и рутения. К. был выдающимся педагогом; ему и Зинину русская наука обязана тем, что преподавание химии в Казанском университете стояло на большой высоте, и при ничтожных средствах, отпускавшихся на преподавание химии, «казанская школа» дала целый ряд выдающихся русских химиков.

Курнаков Николай Семёнович (1860—1941) — русский химик, академик. Главные работы К. — исследования сплавов металлов и солевой проблемы. К. разработал новый раздел общей химии — «физико-химический анализ», основной целью которого является исследование соотношений между химическим составом и измеримыми из опыта физическими свойствами систем. С помощью разработанных им геометрических диаграмм, где свойства системы сопоставлены с химическим составом, К. вывел ряд важных закономерностей в поведении металлических сплавов различного состава. Отсюда могут быть сделаны многие важные в практическом отношении заключения о поведении разных сплавов в различных условиях. Другая сторона деятельности К. — исследование солевой проблемы СССР. Большое внимание уделялось им проблеме использования богатств залива Кара-Богаз-Гол и других сульфатных озёр. Разработанная К. диаграмма указывает условия выделения чистых солей из их смеси.

К. принимал участие в работах по открытию калийных залежей в районе Соликамска и в успешном разрешении вопроса о новых типах легко усвояемых концентрированных фосфорно-аммиачно-калиевых удобрений К. — лауреат Сталинской премии.

Кучеров Михаил Григорьевич (1850—1911) — русский химик-органик, работал в области неперелых углеводов. К. открыл реакцию присоединения воды в присутствии солей двухвалентной ртути к углеводам ацетиленового ряда (реакция Кучерова, см. стр. 262). Это открытие послужило той основой, на которой впоследствии было создано производство синтетической уксусной кислоты из ацетилена (через ацетальдегид). К. изучено также действие ртутных солей на углеводороды и спирты этиленового ряда.

Кюри (Curie) Пьер (1859—1906) — французский физик. Работал в области магнетизма и по изучению свойств кристаллов. Вместе с братом, Жаком Кюри, открыл новое явление — пьезоэлектричество. Последние годы жизни занимался исследованиями радиоактивности. Эти работы, проведенные им совместно с женой, М. Кюри-Склодовской, привели к открытию полония, радия и другим важным результатам.

Эти исследования открыли новую эпоху в развитии химии. Хотя радиоактивность была впервые замечена А. Беккерелем, но только работы П. и М. Кюри позволили правильно оценить сущность радиоактивности как принципиально нового, не известного ранее, явления самопроизвольного распада и превращения элементов. К. трагически погиб на улице Парижа, попав под колеса тяжело нагруженной повозки.

Кюри-Склодовская (Curie-Skłodowska) Мария (1867—1934) — по происхождению поляка. С именем К.-С. связаны важнейшие открытия в области явления радиоактивности. Совместно с П. Кюри открыла радий и полоний (1898 г.), эманицию радия и изучила свойства радиоактивных веществ. Открыла радиоактивность тория. Термин «радиоактивность» введен ею. Работы М. и П. Кюри по открытию полония и радия, составляющие одну из самых замечательных страниц в истории химии, были выполнены в очень скромной обстановке. Под лабораторию был приспособлен старый неотапливаемый сарай с протекавшей крышей. Для выделения нескольких миллиграммов хлористого радия М. К.-С. приходилось подвергать переработке несколько тонн урановой руды. Выдающиеся результаты этих исследований вызвали полную революцию в учении о строении вещества и превращениях элементов.

М. К.-С. была первой женщиной-профессором Парижского университета. Она была единственной из всех ученых-лауреатов Нобелевской премии, получивших эту награду дважды (первая Нобелевская премия была присуждена ей в 1903 г. совместно с А. Беккерелем и П. Кюри, вторая — в 1911 г. за работы, выполненные ею самостоятельно).

Кюри-Жольо (Curie-Joliot) Ирен (род. в 1898 г.) продолжала работы своих родителей М. и П. Кюри по исследованию радиоактивности. Открыла (совместно с Ф. Жольо) явление искусственной радиоактивности. Работает над изучением строения атома.

Лавуазье (Lavoisier) Антуан Лоран (1743—1794) — французский химик, один из основателей научной химии. Отличительная черта всех работ Л., начиная с самых ранних, — точный количественный учет реагирующих веществ, в том числе и газов.

В 1773 г., изучая реакции окисления, Л. установил, что воздух, считавшийся ранее элементом, представляет собой смесь двух газов: кислорода и азота. Дальнейшее изучение реакции окисления металлов показало, что эти реакции с исчерпывающей полнотой объясняются при-

соединении кислорода к металлу. Работами Л. был нанесен сокрушительный удар теории флогистона (см. стр. 188), господствовавшей в течение ста лет.

Л. доказал, что вода не элемент, а сложное вещество, составленное из кислорода и водорода. Теория Л. вызвала необходимость полного пересмотра списка элементов и разработки новой научной номенклатуры. Л. разработал ряд новых методов точного количественного анализа. В 1789 г. Л. опубликовал большой учебник химии — «Traité élémentaire de chimie», построенный на новых принципах.

С 1769 г. Л. состоял членом генерального совета откупщиков, ведавших взиманием налогов. Вместе с другими откупщиками, вызвавшими своими поборами гнев народа, Л. во время французской буржуазной революции был арестован в 1793 г. и по приговору суда казнен в 1794 г.

Лебедев Сергей Васильевич (1874—1934) — русский химик-органик. Основные работы — изучение неперелых углеводов жирного ряда. Исключительное значение имеет разработка Л. нового метода получения синтетического каучука. Эта проблема была очень сложной и состояла из отдельных частей. На основе своих многолетних исследований по вопросам полимеризации неперелых соединений Л. успешно разрешил как задачу о полимеризации дивинила в каучукобразный продукт, так и вопрос о производстве исходного сырья — дивинила — путем каталитического разложения спирта. Исходным веществом для получения каучука по методу Л. является спирт. Создание мощной промышленности синтетического каучука в СССР в значительной мере связано с именем Л.

Другой цикл работ Л. затрагивает вопросы низкотемпературной полимеризации изобутилена, получения загустителей для смазочных масел и производства высокооктанового топлива. Эти работы Л. остались незавершенными в той степени, как работы по синтетическому каучуку, но их результаты легли в основу современных промышленных методов получения синтетического каучука, моторного топлива и новых смазочных веществ.

Ловиц Товий Егорович (1757—1804) — русский химик. С 1793 г. — действительный член Российской Академии наук. Важнейшими работами Л. являются открытие способа очистки воды и удаления окрашивающих её примесей посредством угля, получение ледяной (бесводной) уксусной кислоты и хлорирование её с образованием хлоруксусных кислот. Л. открыл возможность существования пересыщенных растворов, исследовал явления роста и формообразования кристаллов. Л.ложил основы нового научного метода микрохимического анализа, проводя впервые в истории науки исследование под микроскопом налётов закристаллизовавшихся жидкостей. Л. изучал свойства хлористого кальция и холодных смесей с ним и применил его для осушки органических жидкостей.

Ломоносов Михаил Васильевич (1711—1765) — гениальный русский учёный. Л. родился в семье рыбака-помора в селе Дедиловке вблизи г. Холмогор (недалеко от Архангельска). 19 лет он пришёл в Москву и поступил в Славяно-греко-латинскую академию, по окончании которой был командирован на несколько лет в Германию. С 1741 г. до самой смерти работал в Академии наук.

По разносторонности и глубине научной мысли, по размаху своей деятельности и по гениальной научной прозорливости Л. не имел себе равных среди своих современников не только в России, но и за границей.

Л. первый дал верное описание явлений, происходящих при прокаливании металлов в присутствии или в отсутствие воздуха (см. стр. 187). Правильно оценивая значение количественных методов в химии, Л. за 20 лет до Лавуазье дал формулировку закона сохранения веса (см. стр. 199).

В своей трактовке корпускулярной теории он близко подошёл к атомно-молекулярному учению. Л. развил основные положения кинетической теории газов, во многом совпадающие с современными представлениями.

Л. впервые ввёл понятие «физической химии» как науки. Он не представлял себе химии вне связи с физикой и математикой, гениально предугадав то направление, которое характерно для химии наших дней. Многочисленные работы Ломоносова по теоретической и прикладной физике, в частности исследования атмосферного электричества.

Л. написал первое руководство по металлургии и горному делу на русском языке.

Из работ прикладного характера большое значение имели его работы по получению цветных стёкол и мозаичных камней.

Первая в России химическая лаборатория была создана им в 1748 г. С именем Л. связано основание первого русского университета в Москве в 1755 г. Л. был не только гениальным учёным, но и выдающимся поэтом и теоретиком в области литературы и русского языка. Большая заслуга Л. состоит в обработке русского литературного языка; в этом смысле он является отцом новой русской литературы.

А. С. Пушкин высоко ценил Л.: «Он создал первый русский университет; вернее, он сам был первым русским университетом». В. Г. Белинский писал о Л.: «На берегах Ледовитого моря подобно северному сиянию блеснул Ломоносов. Ослепительно и прекрасно было это явление. Оно доказало, что человек есть человек во всяком климате, что гений умеет торжествовать над всеми препятствиями, какие противопоставляет ему враждебная судьба, что, наконец, русский способен ко всему прекрасному».

Появление такого гениального учёного, каким был Л., в России в начале XVIII в., когда даже среди высшего дворянского сословия было мало грамотных людей, было ярким и выдающимся событием. Но Ломоносов не был единственным примером, показавшим талантливость русского народа и его способность к научному и техническому творчеству. Вслед за Ломоносовым русский народ выделил из своей среды таких талантливых людей, как изобретатель первой паровой машины И. И. Ползунов, механик-конструктор И. П. Кулббин и др. Нельзя не вспомнить также изобретателя русского фарфора химика Дм. Виноградова, друга и современника Ломоносова. Но в то время талант этих одарённых людей не смог развернуться полностью в условиях царской России XVIII века, правители которой не оказывали должной помощи народным талантам. Научная деятельность Л. также не нашла нужной поддержки и внимания. Многие работы Л. прошли незамеченными его современниками. Отчасти это объясняется и тем, что в своих воззрениях Л. опередил на много десятилетий свою эпоху. Только в начале XX в., после находки части его рукописей, научная деятельность Л. получила должную оценку.

Л. был патриотом в лучшем смысле этого слова. Л. всю свою жизнь посвятил служению родному народу и вёл в интересах родины жестокую борьбу с тупыми и посредственными учёными-немцами и их мертвящим засильем в Российской Академии наук того времени.

Марковников Владимир Васильевич (1838—1904) — один из крупнейших русских химиков-органиков, ученик Бутлерова. Исследования М. дали ценные результаты для доказательства правильности теории строения. Изучая реакции присоединения галогенводородных кислот к непредельным соединениям с двойной связью, он открыл закономерность, известную теперь как «правило Марковникова». Исключительное значение имели работы М. по исследованию кавказской нефти, приведшие к открытию нефтяных углеводородов. Этим он, по словам Каннищаро, обогатил «чистую науку новым типом углеродистых соединений, которые всегда будут связаны с именем Вл. Марковникова». М. не замыкался в рамки чистой науки и живо интересовался вопросами промышленности и общественной жизни. «Учёным можешь ты не быть, а гражданином быть обязан», часто говорил М., считавший, что каждый человек, а учёный в особенности, должен быть общественным деятелем.

Менделеев Дмитрий Иванович (1834—1907) — гениальный русский химик. Один из величайших учёных XIX в. Из всего большого научного наследства М. наибольшее значение имеет периодический закон. Открыв периодический закон, М. на основании его составил периодическую систему элементов и предсказал свойства элементов, не известных ещё в то время. Современники М. не сразу оценили периодический закон. Только после открытия трёх предсказанных М. элементов (экаалюминий — галлий, 1875 г., экабор — скандий, 1879 г., экасилиций — германий, 1886 г.) и поразительного совпадения предсказанных и определённых свойств их стало ясно глубокое значение периодического закона, так как ни в одной науке, кроме астрономии, не было таких точных и ясных предсказаний.

Прошло почти 80 лет со времени опубликования периодического закона. Однако новейшие воззрения на строение атома не только не разрушили периодическую систему, но, наоборот, придали ей большую полноту, стройность и более глубокий смысл. Все элементы, известные во времена М., остались на тех местах, куда их поместил Менделеев.

Выдающееся значение имеет труд М. — «Основы химии». «Основы химии» служили источником идей для молодых учёных. Книга переведена на многие иностранные языки.

Многочисленные и разнообразны работы М. В них он затрагивает все разделы химии, вопросы физики, минералогии, философии, педагогики и даже живописи. М. исследовал критические явления, выдвинул гидратную теорию, разработал многие вопросы, связанные с развитием промышленности в России, особенно угольной, нефтяной, металлургической, военной. При разработке научных вопросов М. проявлял присущую ему глубину мысли, оригинальность решения поставленных вопросов и научную прозорливость. Ещё на заре развития нефтяной промышленности М. верно оценил значение нефти как ценного химического сырья и знаменитой фразой: «нефть — не топливо; топить можно и ассигнациями», осудил практику непростительной траты нефти на топливо целиком, без переработки. Те же особенности менделеевского подхода к новым научно-техническим проблемам отчётливо проявляются в выдвинутой им идее подземной газификации угля (см. стр. 268). Всю свою жизнь М. стремился сочетать науку с практикой. «Наука и промышленность — вот мои мечты», — писал М. В царской России деятельность М. не встретила признания и сочувствия со стороны правительства. В 1890 г. М. взялся передать весьма скромные требования студентов министру народного просвещения.

Министр его не принял и вернул записку. М. был вынужден подать в отставку и оставить кафедру профессора химии Петербургского университета, которую занимал в течение 25 лет. Ещё поразительней консерватизм официальных представителей науки, отклонивших кандидатуру Менделеева при выборах в Академию наук.

М. оставил около 500 печатных трудов. В них запечатлены его генеральные научные идеи и обширные планы практического применения их. Многие из того, о чём мечтал М., реализовано в СССР только после Великой Октябрьской революции.

Муассан (Moissan) Анри (1852—1907) — французский химик, работал главным образом в области неорганической химии. Первым получил фтор в свободном виде. Над этой задачей тщательно бились химики в течение всего XIX в. М. изучил ряд соединений фтора. Другой заслугой М. является изобретение электрической печи накаливания. В этой печи можно получить температуру до 3500°. В ней М. получил целый ряд карбидов, соединений углерода со многими элементами, имеющими как научное, так и практическое значение, и изучил свойства различных химических соединений при высокой температуре.

Несмеянов Александр Николаевич (род. в 1899 г.) — русский химик-органик, академик. Главная тема работ Н. — исследование металлоорганических соединений, приобретающих за последнее время всё большее практическое значение (тетраэтил-свинец, карбонилы железа, вольфрама, молибдена, органические соединения ртути, мышьяка, цинка, алюминия и др.).

Н. открыл новые пути и методы более простого синтеза целого ряда металлоорганических соединений и получил много новых органических производных Zn, Al, Cd, Sn, Hg, Pb и др.

Работы Н. хорошо известны в СССР и за рубежом и получили широкое признание. Н. умело сочетает углублённую теоретическую работу с разрешением практических задач, важных для промышленности и обороны страны; вместе с тем он ведёт большую организационную работу в Академии наук СССР (директор Института органической химии) и в комитете по Сталинским премиям. Н. — лауреат Сталинской премии.

Парацельс (Paracelsus) — псевдоним Теофраста Гогенгейма (1493—1541), немецкого врача и алхимика. С именем П. связано возникновение «агрохимии» — прикладного направления в химии, считавшего основной задачей химии объяснение процессов, происходящих в здоровом и больном организме, и приготовление лекарств. Заслуга П. состоит в том, что он выступил против схоластического направления в науке и побудил алхимиков употребить свои познания на приготовление лекарств.

Пристлей (Priestley) Джозеф (1733—1804) — английский химик. Заслуга П. как учёного заключается в открытии и исследовании O_2 , CO_2 , NO_2 , SO_2 , NH_3 , HCl , PH_3 и других газов. Особенно ценны были наблюдения П. над изменением состава воздуха под влиянием дыхания животных и питания растений двуокисью углерода из воздуха.

Интересны некоторые обстоятельства из жизни П. Он был горячим сторонником французской революции 1789 г. Консервативные сограждане устроили вольнодумцу в 1791 г. погром — разорили лабораторию, разорвали его рукописи и книги, подожгли его дом. Это так повлияло на него, что он эмигрировал в Америку. Несмотря на полное крушение теории флогистона после работ Лавуазье, П. до конца своей жизни являлся её приверженцем.

Прияшников Дмитрий Николаевич (1865—1948) — академик. Крупнейший советский агрохимик. Среди многочисленных и разнообразных работ П. центральное место занимают его исследования по вопросам азотного и фосфорного питания растений и обмена веществ в растениях. Эти работы создали П. мировую известность. П. научно обосновал проблемы химизации земледелия, превращения удобрений в почву и применения их в севообороте. Одновременно П. занимался вопросами переработки фосфоритов и доказал пригодность русских фосфоритов для выработки удобрений. П. являлся активным борцом за химизацию земледелия и продвижение земледелия в северные районы СССР. Более 50 лет П. руководил научно-исследовательской работой по агрохимии и создал крупную и авторитетную школу агрохимиков. П. написал ряд учебников, среди которых особенно ценным является его учебник «Агрохимия», отмеченный Сталинской премией и переведённый на несколько языков. В 1945 г. П. получил звание Героя Социалистического Труда.

Рамзай (Ramsay) Вильям (1852—1916) — английский химик. Основные работы Р. относятся к области физической химии. Главнейшей заслугой Р. является открытие им группы инертных газов. Вместе с Релеем Р. открыл в воздухе аргон и выделил гелий из минерала клевеита, вместе с Траверсом открыл криптон, ксенон и неон.

В 1913 г. Р. поставил вопрос о подземной газификации угля (см. стр. 268); однако в условиях капиталистической Англии эта идея не встретила поддержки.

Рёзерфорд (Rutherford) Эрнст (1871—1937) — английский физик. Р. родился в семье мелкого фермера в Новой Зеландии. В 1891 г. в студенческом научном обществе Р. прочёл лекцию «Об эволюции материи», где высказывал мысль о том, что все атомы построены из одних и тех же составных частей. В то время ещё не была открыта радиоактивность. Доклад был принят неодобрительно, и докладчику пришлось извиниться перед обществом за смелость высказанных им идей. Впоследствии он экспериментально доказал правильность этих идей.

Заинтересовавшись вновь открытыми явлениями радиоактивности, Р. начинает работу в этой области; он открыл эманацию тория, доказал самопроизвольность радиоактивного распада с выделением α -, β - и γ -лучей. Р. установил, что поток α -частиц рассеивается при прохождении через вещество. Эти работы привели его к созданию планетарной модели атома. В 1919 г. он показал возможность превращения элементов при бомбардировке их α -частицами (азот и другие лёгкие элементы). Эти опыты имели большое принципиальное значение, так как до этого момента никому не удавалось осуществить в лаборатории процесс превращения одного элемента в другой (см. стр. 309).

Семёнов Николай Николаевич (род. в 1896 г.) — академик, выдающийся советский физико-химик. У С. имеется ряд работ по различным разделам физики (исследование диэлектриков, электрических полей, электронных явлений и пр.). Но центральными и чрезвычайно важными для учения о скоростях и механизме химических реакций являются его труды по разработке теории цепных процессов и в частности явлений горения и взрывов. Так как очень многие химические реакции в газовой и жидкой фазе имеют цепной характер (см. стр. 314), то расшифровка С. ряда особенностей этих процессов имеет большое теоретическое и практическое значение для химии с точки зрения управления этими процессами.

Работы С. и его учеников превратили руководимый С. Институт химической физики в ведущий научный центр по физике и химии процессов горения и взрывов. За выдающиеся работы в области химии С. в 1941 г. присуждена Сталинская премия I степени.

Фаворский Алексей Евграфович (1860—1945) — русский химик, академик. Один из крупнейших современных химиков-органиков. Главные работы его — исследование изомерных превращений непредельных углеводородов, в частности производных ацетиленового ряда. Очень ценные результаты для развития теории органической химии и для промышленности синтетического каучука дали его исследования изопрена. Работы Ф. по полимеризации простых виниловых эфиров привели к получению прозрачных пластических масс, имеющих важное практическое значение. Эта отрасль промышленности в значительной мере базируется на работах Ф. и его учеников.

Ф. был наиболее ярким выразителем теории строения, которой он постоянно руководствовался для предсказания направления проводимых им синтезов. На основе своих многочисленных экспериментальных работ Ф. дал ряд ценных теоретических обобщений и гипотез по основным вопросам органической химии. Свыше 60 лет Ф. работал на научном и педагогическом поприще. Он создал обширную научную школу химиков-органиков и много поработал по подготовке молодых советских химиков-технологов. Ф. — лауреат Сталинской премии (1941 г.), Герой Социалистического Труда (1945 г.).

Фарадей (Faraday) Майкл (1791—1867) — английский физик и химик. Сын кузнеца, по профессии переплётчик, Ф. самоучкой приобрёл значительные познания по химии и физике и в 1813 г. с трудом добился места ассистента (фактически служителя) у Дэви. До 1821 г. Ф. работал главным образом по химии. Он первый начал сжигать газы (Cl_2 , SO_2 , CO_2 , NH_3 и др.), открыл бензол, бутилин и сульфокислоты нафталина. Затем Ф. особенно усиленно стал заниматься вопросами электричества и магнетизма. Он открыл электромагнитную индукцию и законы электролиза, названные его именем. Работы Ф. послужили основой для дальнейшего развития учения об электричестве.

Открытия Ф., принёсшие ему мировую славу, не были случайны. Они вытекали из глубоко материалистических воззрений Ф. об единстве сил природы и взаимной связи всех наблюдаемых явлений. Ему принадлежит одно из виднейших мест среди физиков-материалистов (см. Маркс и Энгельс, Соч., т. XIX, стр. 574).

Фишер (Fischer) Эмиль (1852—1919) — немецкий химик. Большое значение имеют работы Ф. по исследованию гидразинол, сахаров (синтез виноградного сахара и других сахаристых веществ), ферментов и процесса брожения, красящих веществ, производных мочевой кислоты; особенно замечательны работы Ф. по изучению строения белков. Синтезы полипептидов наметили путь к синтезу белков.

Хлопин Виталий Григорьевич (род. в 1890 г.) — русский химик, академик. Более ранние работы Х. посвящены химии платины и комплексных соединений металлов плагинной группы. В дальнейшем он посвятил свою деятельность исследованию химии радиоактивных веществ.

Работы Х. дважды отмечены Сталинской премией (см. стр. 177, 179).

Чугаев Лев Александрович (1873—1922) — талантливый русский химик. Им проведены многочисленные научные работы по биохимии, органической химии (терпены), физической химии, неорганиче-

ской (комплексные соединения, особенно платиновых металлов), аналитической и технической химии. Чугаев известен как выдающийся лектор-популяризатор.

Шееле (Scheele) Карл Вильгельм (1742—1786) — шведский химик. Ш. открыл хлор и кислород (последний раньше Пристли), изучил соединения марганца, вольфрама и молибдена. Открыл в растениях и животных организмах кислоты: яблочную, щавелевую, винную, малоновую, галловую, молочную, лимонную, бензойную и мочевую. При обмыливании жиров открыл глицерин; изучая соединения мышьяка, получил зелёную краску (зелень Шееле); синтезировал синильную кислоту из угля, окиси углерода и аммиака.

Особенно замечательно, что все свои открытия Ш. сделал с самыми скромными средствами, без специальной лаборатории, в аптеке, где он работал.

Краткие сведения из истории открытия химических элементов

Азот (*nitrogenium*). Открыт в 1772 г. шотландским химиком Д. Рёзерфордом (D. Rutherford). В этом же году азот выделил Кавендиш, но не опубликовал своего открытия. Шееле и Пристлей также не опубликовали своих работ по выделению азота. Лавуазье в 1775 г. предложил для элемента название *azote* (от греческого α — отрицательной частицы и $\zeta\omega\eta$ — жизнь, безжизненный, не могущий поддерживать жизнь). Современное латинское название предложено в 1790 г. Шапталем и обозначает *образователь селитры* (от $\alpha\lambda\tau\rho\varsigma$ — селитра и $\gamma\epsilon\gamma\alpha\iota\alpha$ — рождаю, произвожу).

Актиний (*actinium*) — радиоактивный элемент, открытый в 1899 г. молодым химиком, работавшим в лаборатории М. Кюри, — А. Дебьерном. Своё название элемент получил от греческого $\alpha\kappa\tau\iota$ — луч.

Алюминий (*aluminium*). В нечистом виде впервые элемент был выделен в 1825 г. датским химиком Г. Эршtedтом (Oerstedt) восстановлением алюминия из его хлорида калием. В 1827 г. получен Ф. Вёлером. Латинское название элемент получил от слова *alumen* — квасцы.

Америций (*americium*) — трансурановый элемент с порядковым номером 95; получен искусственно при опытах Сиборга, Джемса, Моргана и Чиорзо при содействии Джозефа Гамкльтона в Металлургической лаборатории Чикагского университета. Название элемента (ещё не установившееся прочно) дано в честь Америки. Символ элемента, также пока не общепризнанный, — *Am*.

Аргон (*argon*) выделен в 1894 г. Рамзаем (Ramsay) и Релеем (Rayleigh). Название своё получил от греческого слов α — отрицание и $\rho\rho\omega\varsigma$ — дело: недействительный, лосный, ввиду его неспособности вступать в химические соединения.

Астатин (элемент 85; *astatinium*) получен в 1940 г. Корсоном, Мекензи и Сегре искусственным пугём при бомбардировке висмута α -частицами. Элемент неустойчив, в связи с чем для него предложено название от греческого слова $\alpha\sigma\tau\alpha\tau\omicron\varsigma$ — неустойчивый. Символ элемента *At*, как и название, ещё не является общепринятым.

Барий (barium). Окись бария выделена в 1774 г. Шееле. В чистом виде металл был выделен в 1808 г. Дэви. Название элемента произошло от слова *barbe* — *тяжёлый*.

Бериллий (beryllium) был выделен в металлическом виде в 1828 г. Ф. Вёлером из «глининой земли» (окиси берилла)¹, открытой в 1798 г. Вокеленом. Элемент, лежащий в основе этой «земли», Вокелен назвал *глицинием* (от греческого слова *glykys* — *сладкий*), вследствие сладкого вкуса его солей. Название бериллий введено Клапротом (от минерала берилла).

Бор (borum) выделен в аморфном виде в 1808 г. Гей-Люссаком и Тенаром (Франция). В этом же году элемент был выделен Дэви. Чистый бор получен в 1895 г. Г. Муассаном. Французские химики называли новый элемент *бором* (от *borax* — *бура*). Дэви назвал его *boricum*, изменив впоследствии название на *borum*.

Бром (bromum) получен в 1826 г. французским химиком Баларом. Элемент получил название от греческого слова *bromos* — *зловонный*, вследствие его резкого запаха.

Ванадий (vanadium) впервые выделен в 1801 г. мексиканским учёным Андре дель-Рио и назван *эритронием*. Впоследствии дель-Рио отказался от своего открытия. Во второй раз элемент был открыт в 1830 г. шведским химиком Н. Сефстрёмом (Sefström). Название получил в честь Ванадис — скандинавской богини счастья.

Висмут (bismuthum). Впервые о висмуте как об особом металле, похожем на олово, упоминается в работах Василия Валентина в 1450 г. Название получил от слова *weissmüt*, т. е. белое вещество. Агрикола описал висмут в 1530 г. и дал ему латинизированное название *bismuthum*.

Водород (hydrogenium) был известен ещё в начале XVI в. Его выделение при реакциях наблюдали Парацельс, затем Ван-Гельмонт, Бойль, Майоу (Mayow), Лемери, Пристлей и др. обстоятельное исследование водорода было произведено в 1766 г. Кавендишем, которому приписывается открытие элемента. Название *hydrogen* было дано Лавуазье от греческих слов *h2or* — *вода* и *γεννειν* — *рождает; рожающий воду*.

Вольфрам (wolframium) выделен в 1783 г. в Испании двумя братьями д'Эльгуайр. Название произошло от немецких слов *wolf* — *волк* и *Rahn* — *пена* и введено Агриколой, который, упоминая о минерале вольфрамите, пишет, что он «посадит олово, как волк оцу». Эта фразе была вызвана тем, что вольфрамит, сопутствуя обычно оловянному камню, давал при плавке шлаки и снижал этим выход олова из руды. Французы и англичане называют металл *тунгстеном*, от *tungstein* — *тяжёлый камень* — старинное шведское название шеелита.

Гадолиний (gadolinium) выделен в 1880 г. из минерала самарскита швейцарцем Мариньяком и французом Лекок-де-Буабодраном. Назван в честь финского химика И. Гадолина, открывшего иттриевую землю.

¹ Понятие «земля» в химии претерпело большую эволюцию: по Аристотелю — это элемент, получившийся в результате двух качеств — сухости и холода; по Бэкеру — все подземные, т. е. неорганические, вещества состоят из земли; по Лавуазье — известь, магнетит, барит (SrO), глинозём и кремнезём относятся к солеобразующим и землистым веществам. Лавуазье считал «землю» насыщенным кислородом и предсказывал их разложение; после Лавуазье под землями подразумевались по преимуществу окислы металлов.

Галлий (gallium) открыл с помощью спектрального анализа в 1875 г. Лекок-де-Буабодран. Название элемент получил от слова *Gallia* — название Франции в средние века. Галлий — один из трёх элементов, свойства которых очень точно были предсказаны Д. И. Менделеевым в 1871 г. (эка-алюминий).

Гафний (hafnium) открыт в циркониевых рудах в 1923 г. датскими химиками Г. Гевеши и Д. Костером при помощи рентгеновского спектрального анализа. Наименование получил от столицы Дании г. Копенгагена, называвшегося в древности *Hafnia*. Во Франции элемент носит название *кельтий*, предложенное Урбэном. Металлический гафний выделен Ван-Аркелем и Боером.

Гелий (helium) вначале был открыт при помощи спектрального анализа французским астрономом Жансеном в хромосфере солнца во время наблюдения солнечного затмения в 1868 г. в Индии. Независимо от Жансена тем же методом было установлено присутствие гелия на солнце английским астрономом Локьером и Франклендом. Элементу было дано название *гелий* (от *h2lios* — *солнце*). Рамзай и Крукс в 1895 г. установили, что гелий выделяется из минерала клевеита.

Германий (germanium) открыт в 1886 г. Клеменсом Винклером. Название получил в честь Германии. Существование и главные свойства элемента были предсказаны Д. И. Менделеевым (эка-силиций).

Гольмий (holmium) выделен из «эрбиевой земли» в 1879 г. шведским химиком П. Клеве. Наименование получил в честь столицы Швеции г. Стокгольма, называвшегося римлянами в древности *Holmia*.

Диспрозий (dysprosium). Окись диспрозия выделена в 1886 г. Лекок-де-Буабодраном из окиси гольмия. Название получил от греческого слова *δυσπρόσιτος* — *трудно доступный*. В металлическом виде элемент до сих пор не получен.

Европий (europium). В 1896 г. французский химик Демарсе с помощью спектрального анализа доказал, что предполагаемый элемент самарий на самом деле является смесью двух элементов. В 1901 г. ему удалось отделить новый элемент, названный им *европием* в честь материка Европы.

Железо (ferrum) известно с глубокой древности (3000—2500 лет до н. э.) в Египте, Индии, Персии, Северной Америке. Сталь появилась за 1000 лет до н. э. (Индия).

Золото (aurum) известно за 5000 лет до н. э. Вероятно, это — первый металл, нашедший себе применение. В Греции в большом употреблении был сплав золота с серебром (электрон или азем). Латинское название *aurum* происходит от слова *аурога* — *утренняя заря*; русское «золото» — от одного корня со словом «жёлтый».

Иллиний (элемент 61; illinium). В 1926 г. Хопкинс, Гаррис и Интема сообщили об открытии с помощью рентгеновского спектрального анализа нового элемента, названного ими иллинием в честь Иллинойского университета (США), где производились исследования. Существование этого элемента не подтверждено.

Радиоактивная форма элемента 61 была получена искусственно при экспериментах Курбатова и Пуль в 1945 г.

Индий (indium) открыт в 1863 г. германскими учёными Т. Рейхом и Ф. Рихтером с помощью спектрального анализа. В 1867 г.

исследователи получили металлический иридий. Название элемент получил от инчигово-синих линий в спектре.

Иод (*jodum*) открыт в 1811 г. парижским селитроваром Б. Куртуа. Изучен Дэви и затем Гей-Люссаком. Дэви назвал новое вещество *iodom* (от *ἰώδης* — цвет фиалки).

Иридий (*iridium*) открыт в 1804 г. английским химиком С. Теннантом при исследовании платиновых руд. Название получил от латинского слова *iris* — *радуга*, вследствие разнообразия окрасок солей иридия.

Иттербий (*ytterbium*) выделен в 1878 г. Мариньяком из «эрбиевой земли». Название получил от местечка Иттерби в Швеции, знаменитого своими пегматитами, содержащими минералы с редкоземельными элементами.

Иттрий (*yttrium*) в виде окиси выделен в 1794 г. финским химиком Гадолитом. В нечистом виде иттрий получен Ф. Вёлером в 1828 г., а Мозандером в 1843 г. отделён от примесей тербия и эрбия. Название получил от первой позиции слова Иттерби (см. выше).

Кадмий (*cadmium*) открыт в 1817 г. Ф. Штроемeyer (Stromeyer) и независимо от него Германом при исследовании цинковых препаратов, продаваемых в некоторых аптеках Германии. Название получил по причине его совместного нахождения с цинком, некоторые руды которого носили название *cadmeles*.

Калий (*kalium*) в свободном состоянии получен в 1807 г. Дэви при помощи электролиза. Название произошло от слова *alkali* (al — неопределённый член и kali — *зола* «солёной травы» — морского растения) — *щёлочь*.

Кальций (*calcium*) выделен в 1808 г. Дэви при помощи электролиза. Название элемент получил от слова *calx, calcara* — *известь* и *известняк*.

Кассиопей (*cassiopeium*) выделен из иттербиевой земли в 1907 г. австрийским химиком Ауэр-фон-Вельсбахом. В этом же году выделил элемент и Урбен, назвав его лутецием (от *Lutetia* — старинное название Парижа — родины Урбена).

Кислород (*oxygenium*) был открыт почти одновременно Пристлеем (1772 г.) и Шееле. Название *oxygenium* было введено Лавуазье от слов *ὄξύς* — *кислый* и *γεννάω* — *произвожу*, так как было установлено наличие кислорода во многих кислотах.

Кобальт (*cobaltum*) открыт в 1733 г. шведским химиком Георгом Брандтом, который в 1742 г. выделил металл и описал его свойства. Название получил от немецкого слова *Kobold* — подземный злой дух. Слово это стало применяться к рудам, которые внешне походили на обычные металлические, но при обыкновенной обработке не давали металла, что объяснялось вмешательством кобольдов, насмехавшихся над рудокопами и металлургами.

Кремний (*silicium*) выделен в 1823 г. Берцелиусом путём восстановления его фторида металлическим калием. Название *silicium* (от слова *silex* — *камень*) было также введено Берцелиусом, который высказал в 1810 г. предположение, что кремнезём является окисью неизвестного элемента. Русское название произведено от слова *кремень*.

Криптон (*kryptonum*) выделен из воздуха в 1898 г. В. Рамзаем и М. Траверсом. Название получил от греческого слова *κρυπτός* — *скрытый*.

Ксенон (*xenon*) выделен из воздуха в 1898 г. Рамзаем и Траверсом. Название получил от греческого слова *ξένος* — *чужой, посторонний*.

Кюрий (*curium*) — последний из полученных до сих пор трансурановых элементов; порядковый номер 96. Получен одновременно с америцием (см. выше) теми же исследователями. Латинизированное название элемента (ещё не установившееся) дано в честь первых исследователей явлений радиоактивности — П. и М. Кюри. Символ элемента — *Cm*.

Лантан (*lanthanum*) открыт в 1839 г. шведским химиком Мозандером при исследовании церитовых земель. Элемент получил название от греческого слова *λανθάνω* — *скрываю, прячу*.

Литий (*lithium*) открыт в 1817 г. Арфведсоном в минералах петалите, сподумене и леиндолите. Название получил от греческого слова *λίθος* — *камень*, так как сначала думали, что элемент встречается исключительно в минералах. В металлическом виде в очень небольшом количестве был выделен в 1818 г. Дэви.

Лютеций (см. кассиопей).

Магний (*magnesium*) получен в 1808 г. Г. Дэви электролизом окиси магния и назван им *magnium*. В Америке и Европе элемент называют *magnesium* — от *magnesia alba* — названия основного карбоната магния, найденного в XVIII в. в Греции.

Мазурий (*masurium*). В 1925 г. германские учёные Ида и Вальтер Ноддак сделали сообщение об открытии ими нового элемента. Название своё элемент получил от Мазурской области в Восточной Пруссии. В настоящее время открытие мазурия считается ошибочным. Элемент № 43 (см. технетий) получен искусственно с помощью ядерных реакций в последнее время.

Марганец (*manganum*) в свободном виде выделен в 1774 г. шведским химиком Й. Г. Ганом из пиролюзита, употреблявшегося издавна для обесцвечивания железистых стёкол. Отсюда и произошло старинное название пиролюзита и элемента (*manganum* — от греческого *μαγγάνιον* — *средство морочить, обманывать*).

Медь (*cuprum*) — один из древнейших металлов; известна за 6000—5000 лет до н. э. Латинское слово *cuprum* (а также немецкое *Kupfer*, французское *cuivre* и английское *copper*) происходит, по всей вероятности, от названия острова Кипра (*Cyprus*), занимавшего исключительно место в истории средиземноморской культуры по своему географическому положению и богатству медью.

Молибден (*molybdenum*) — в виде молибденовой кислоты — открыт в 1778 г. Шееле. В 1781 г. П. Гёбельм выделил металлический молибден из MoO_3 в виде чёрного порошка. В чистом виде металл получен только в 1895 г. Г. Муассаном. Словом *μόλυβδος* греки называли чёрные минералы, оставляющие черту на бумаге. От этого слова и произошло название элемента.

Мышьяк (*arsenicum*) описывается у Альберта Великого (1250 г.). Элементарная природа была установлена Шредером (1694 г.) и Брандтом (1733 г.). Латинизированное название элемента *arsenicum* происходит от греческого названия *ἀρσενικόν* — *мышьяк*.

Натрий (*natrium*) получен в металлическом виде в 1807 г. Г. Дэви при помощи электролиза. Название элемента происходит от слова *natron* — *зола морских водорослей*, из которых в древности добывалась сода.

Несдим (*neodymium*) выделен в 1885 г. Ауэр-фон-Вельсбахом из «дилимовой земли». Название произведено от греческих слов *νέος* и *ἰδιος* — *новый близнец*.

Неон (*neonum*) выделен в 1898 г. Рамзаем и Траверсом из воздуха. Элемент получил своё название от греческого слова *νέος* — *новый*.

Нептуний (*neptunium*) — первый трансурановый элемент (порядковый номер 93), полученный в мае 1940 г. Мак-Милланом и Абельсоном в Калифорнийском университете путём бомбардировки урана U^{238} дейтронами. Название элементу дано по имени Нептун — планеты, следующей за Ураном. Символ элемента — Np.

Никель (*niccolum*) открыл в 1751 г. шведский химик А. Кронштедт в руде, носившей название Kurfürstnickel (Nickel — немецкое бранное слово, означающее *негодный*; Kurfürstnickel — негодная, или фальшивая медь). Для названия элемента Кронштедт взял вторую половину этого слова. Почти чистый металлический никель был получен в 1775 г. Бергманом.

Ниобий (*niobium*). В 1801 г. английский химик Ч. Гетчелл (Hatchett) открыл «колумбиевую землю». В 1844 г. Г. Розе разделил её на две, призвав в одной из них «танталовую землю», открытую в 1802 г. Экебергом, а в другой — соединение нового элемента, названного им ниобием (от Ниобы — дочери Тантала, одного из героев греческой мифологии). В Англии и США сохранилось название *колумбий* и символ Nb. В 1864 г. ниобий в металлическом виде получил Бломстранд. С последовательно возрастающей степенью чистоты металл получили Роско (1879 г.), Муассан (1901 г.) и, наконец, В. Болтон (1907 г.).

Нитон (см. радон).

Олово (*stannum*) известно с глубокой древности: в виде бронзы употребление его восходит к 4000 лет до н. э. Латинское название слова *stannum* происходит от санскритского *sthas* — *твёрдый, стойкий*. У Плиния под словом *stannum* подразумевается сплав олова со свинцом.

Осмий (*osmium*) открыт С. Теннантом в неочищенной платине в 1804 г. Название происходит от греческого слова *ὀσμή* — *запах*, ввиду сильного своеобразного запаха осмиевого ангидрида.

Палладий (*palladium*) открыт в 1803 г. английским врачом В. Волластоном в неочищенной платине. Элемент назван в честь астероида (малой планеты) Паллады, открытого в 1802 г. астрономом Ольберсом.

Платина (*platinum*) в Европе стала известна с 1741 г., когда Вуд прислал образчик её из Южной Америки в Англию. Особенно заинтересовались ею после отчёта Антонио-де-Уллоа в 1848 г. о французо-испанской экспедиции в Перу и Эквадор. Шеффер в 1752 г. первый доказал, что платина является элементом. Название *platina* введено испанцами (*platinas* — *серебрецо* — уменьшительное от *plata* — *серебро*).

Плутоний (*plutonium*) — второй трансурановый элемент (порядковый номер 94), полученный в конце 1940 г. Сиборгом, Уоллом и Кеннеди в Беркли (Калифорния) при бомбардировке урана с помощью циклотрона Лауренса. Название элементу было дано Сиборгом по имени планеты Плутона. Символ элемента — Pu.

Полоний (*polonium*) — первое радиоактивное вещество, полученное в 1898 г. М. Склодовской-Кюри совместно с П. Кюри

из остатков иххимстальной урановой смотки. Элемент назван в честь родины М. Кюри — Польши (Polonia). В чистом виде элемент до сих пор не выделен.

Празеодим (*praseodimium*) выделен в 1885 г. Ауэр-фон-Вельсбахом из открытого Мозандером в 1843 г. нечистого дидама. Название происходит от греческих слов *πράσιον* — *зелёный* и *ἰδιος* — *близнец*, так как празеодим даёт соли бледнозелёного цвета в отличие от розовых солей дидама.

Протактиний (*protactinium*) открыт в 1918 г. германскими учёными О. Гавоми и Л. Мейтнер и независимо от них в том же году Содди и Крайстоном. В металлическом виде в ничтожном количестве впервые получен в 1927 г. Гроссе. Элемент получил название от слов *πρῶτος* — *первый* и *actinium* (см. актиний), так как он является родоначальником актиния.

Радий (*radium*) выделен в виде хлорида в 1898 г. М. и П. Кюри почти одновременно с полонием из иххимстальной урановой смоляной руды. В 1910 г. М. Кюри и Дебьерном был получен металлический радий. Своё название элемент получил от слова *radius* — *луч*.

Радон (нитон; эманация радия; *radon*) открыт в 1900 г. немецким учёным Ф. Дорном и в 1908 г. выделен Рамзаем и Греем. Рамзай назвал элемент *нитоном* — Nt (от латинского *nitere* — *светить, сиять*). В Германии употребляется название *эманация* и знак Eп. Название радон введено с 1925 г.

Рений (*rhenium*) открыт одновременно с *мазурием* в 1925 г. немецкими учёными И. и В. Ноддак при помощи рентгеновского спектрального анализа. В 1923 г. исследователи выделили 2 мг чистого рения и изучили его свойства. Название элемент получил от Рейнской провинции в Германии.

Родий (*rhodium*) открыт и выделен в металлическом виде в 1803 г. одновременно с палладием В. Волластоном при исследовании неочищенной платины. Название происходит от греческого слова *ῥόδον* — *роза*, так как растворы некоторых его солей имеют розовый цвет.

Ртуть (*hydrargyrum*) была известна за 2000 лет до н. э. Аристотель называет ртуть «живым серебром», Диоскорид называет её *ὑδράργυρος* — *серебряная вода*, а Плиний — *hydrargyrum*. В древности ртуть называлась нередко *меркурием* за её подвижность (Меркурий — бог торговли у греков). Русское название металла — *тюркского* происхождения.

Рубидий (*rubidium*) открыт при помощи спектрального анализа в 1861 г. Бунзеном. Название элемент получил от слова *rubrus* — *красный*, по двум характерным тёмнокрасным линиям в спектре элемента.

Рутений (*ruthenium*) был добыт в 1844 г. К. К. Клаусом в Казани из платиновых остатков, полученных после выделки монет. Название дано в честь России, старинное латинское название которой *Ruthenia*. Берцелиус долго отказывался признать в рутении новый элемент, но под давлением экспериментальных доказательств Клауса принуждён был согласиться с ним.

Самарий (*samarium*) открыт в 1879 г. Лекок-де-Буа бодраном с помощью спектрального анализа в минерале *самарските*, от которого и получил своё название. Самый же минерал назван в честь русского горного инженера В. Е. Самарского, нашедшего его в Ильменских горах на Урале.

Свинец (*plumbum*) известен с глубокой древности (около 3000 лет до н. э.). Римляне называли его *plumbum nigrum* (чёрное олово) в отличие от *plumbum album* (белое олово). Впоследствии слово *plumbum* стали относить только к свинцу.

Селен (*selenium*) открыт в 1817 г. И. Я. Берцелиусом в осадках, образующихся в первых свинцовых камерах сернокислотных заводов. Название происходит от слова *selήνη* — луна, потому что селен всегда находят вместе с теллуром (*tellus* — земля); он как бы является спутником теллура, как луна является спутником земли.

Сера (*sulphur*) благодаря тому, что встречается в свободном состоянии, известна с глубокой древности. Латинское название *sulphur* происходит от санскритского *sulveri*. Русское название «сера» одного корня с санскритским *sita* — светложёлтый. От греческого названия серы — *τέβη* — произошла сохранившаяся до сих пор в химической номенклатуре приставка *тио* (например тиоспирты, тиозифры и т. п.).

Серебро (*argentum*) было известно культурным народам древности (египтянам, индусам, вавилонянам) за 5000—4500 лет до н. э. Латинское название *argentum* происходит от санскритского *arganta* — светлый, белый.

Скандий (*scandium*) открыт в 1879 г. шведским химиком Нильсоном и назван в честь полуострова Скандинавия. Существование самого элемента и его свойства были очень точно предсказаны Д. И. Менделеевым в 1871 г. (эка-бор).

Стронций (*strontium*). В 1793 г. Кроуфорд доказал, что в минерале, найденном в Шотландии около местечка Стронтиана, имеется новая «земля», названная им «стронциановой». Металлический стронций выделен из неё в 1808 г. Г. Дэви электролизом.

Сурьма (*stibium*) известна в виде сурьмяного блеска с глубокой древности (около 3000 лет до н. э.). Римляне называли его *stimmi*, что значит *пестка*, так как минерал употреблялся в качестве краски для меток. В 1450 г. сурьму описал Василий Валентин в монографии «Триумфальная колесница антимоны». Название *антимоны* имеет различное толкование.

Таллий (*thallium*) открыт В. Круксом в 1861 г. при помощи спектрального анализа в камерной пыли, получающейся при производстве серной кислоты. Элемент назван по характерной зелёной линии в спектре (*θαλλός* — зелёная в. твб). Металлический таллий был получен Лами в 1862 г.

Тантал (*tantalum*) обнаружен в 1800 г. при анализе минералов, известных теперь как танталит и иттриотанталит, шведским учёным А. Экебергом. Назван так в силу трудности его выделения и потому, что окись тантала, по выражению Экеберга, «помещённая среди кислот, не в состоянии принять ни одну из них, подобно Танталу, который испытывал нестерпимые муки жажды, стоя по горло в воде». В 1824 г. Берцелиус получил металлический тантал.

Теллур (*tellurium*) выделен из золотосодержащих руд в 1782 г. австрийским химиком Мюллер-фон-Рейхенштейном, но принят им за сурьму. В 1798 г. Клапрот снова получил элемент, определил его важнейшие свойства и дал название в честь планеты Земли (*tellus* — земля).

¹ См. греческий миф о Тантале.

Тербий (*terbium*) выделен в 1909 г. французским химиком Урбеном из «тербиевой земли», открытой в 1843 г. Мозандером (выделенной из «иттриевой земли»). Название получил от знаменитого местечка Иттерби в Швеции (см. иттербий).

Технетий (*technetium*) — элемент № 43, полученный в 1945/46 г. Пейре и Сегре искусственным путём при бомбардировке молибдена дейтронами. Название производится от греческого слова *τέχνη* — искусственный. Символ элемента Тс и его название не являются пока общепризнанными.

Титан (*titanium*) выделен в виде окисла из монацитовых песков в 1791 г. английским пастором В. Грегором и затем, независимо от него, в 1795 г. германским химиком Клапротом, назвавшим элемент по имени героя греческой мифологии Титана — сына Земли. В свободном виде получен в 1857 г. Вёлером и Сен-Клер-Девилем.

Торий (*thorium*). Наличие нового элемента было установлено в «ториевой земле» в 1829 г. Берцелиусом. Название происходит от имени скандинавского бога войны Тора. Металлический торий получен лишь в 1914 г. Лели и Гамбургером.

Тулий (*thulium*) открыт в 1879 г. П. Клеве при его работах над «эрбиевыми землями». Название происходит от слова *Thule*: так в древности назывались северные населённые места Европы (Норвегия, Швеция, Исландия).

Углерод (*carboneum*) в виде древесного угля, сажи и каменного угля известен с глубокой древности. В 1772 г. Лавуазье выяснил химическую природу алмаза, а затем в 1781 г. установил, что углекислый газ представляет собой соединение химического элемента («начала угля») с кислородом. Латинское название *carboneum* происходит от слова *carbo* — уголь, в свою очередь берущего начало от санскритского *cra* — гореть, пылать.

Уран (*uranium*) открыт в 1789 г. М. Клапротом в урановой смоляной руде. Элемент получил название в честь открытой в 1781 г. астрономом Гершелем планеты Уран. Металлический уран получен в 1841 г. Е. Пелиго.

Фосфор (*phosphorum*) открыл в 1669 г. гамбургский алхимик Генниг Браун из остатка, полученного от выпаривания досуха мочи. Своё название получил благодаря свойству светиться в темноте от греческих слов *φῶς* — свет и *φέρω* — несу.

Франций (элемент 87 — *francium*) получен в 1946 г. при распаде актиния. Название дано по месту открытия — Франции. Символ элемента Fг и название не являются общепринятыми.

Фтор (*fluorine*) выделен в 1886 г. французским химиком Г. Муассаном при помощи электролиза. Название введено в 1816 г. Альпером (от греческого *φθόρος* — разрушающий). Однако в западной литературе употребляется чаще название *fluor*, от латинского слова *fluere* — течь, так как флуорит, из которого получалась плавиковая кислота, в древней металлургии долго употреблялся в виде плавня (флюса) для понижения точки плавления руд.

Хлор (*chlorum*) получен в 1774 г. Шееле. К выподу об элементарной природе хлора первый пришёл Дэви. Название *chlorum* введено Гей-Люссаком (от *χλωρός* — зелёный).

Хром (*chromium*) выделен в 1797 г. одновременно Вокеленом и Клапротом из сибирского минерала кроконтита. Фуркрук и

Гаю и предложили для нового металла название «хром» (от греческого *χρῶμα* — окраска) за яркий цвет его соединений.

Цезий (*caesium*) был первый из элементов, открытых в 1860 г. Бунзеном и Кирхгофом с помощью спектрального анализа. Название получил за две характерные голубые спектральные линии от латинского *caesius*: так в древности называлась верхняя часть голубого небесного свода.

Церий (*cerium*) выделен одновременно в виде окиси «церитовой земли» в 1803 г. Клапротом, Гизингером и Берцелиусом, а самый элемент был назван церием в честь только что открытой в 1801 г. астрономом Пиацци малой планеты Цереры. Чистый металл был получен только в 1875 г. Гиллебрандом и Нортеном электролизом расплавленного хлорида его.

Цинк (*zincum*) известен с V в. до н. э. (Персия, Индия, Китай). В 60—80 г. по н. э. у Страбона описывается получение цинка из греческого минерала каламина ($ZnCO_3$). Далее цинк описывается в XVI в. у Парацельса и Г. Агриколы. Название *zinken* введено, по видимому, Василием Валентином.

Цирконий (*zirconium*) в виде «циркопиевой земли» выделен в 1789 г. М. Клапротом из циркона — минерала, получившего своё название от арабского слова — *zargun* — золотистый. В свободном виде цирконий удалось получить в 1824 г. Берцелиусу.

Элемент № 61 — получен в 1945 г. искусственным путём при бомбардировке неодима дейтронами. Название для элемента ещё не установлено.

Эманация (см. радон).

Эрбий (*erbium*) выделен из минерала гадолинита в виде «эрбиевой земли» в 1843 г. Мозандером, а затем в 1878 г. Мариньяк разделил эту «землю» на «иттербиевую» и «эбиевую». Элемент получил название от местечка Игтерби (Швеция).

СОВЕТСКИЕ ХИМИКИ — ЛАУРЕАТЫ СТАЛИНСКОЙ ПРЕМИИ

I. Учёные химики, удостоенные Сталинской премии за выдающиеся работы в области науки по разделу химических наук

За работы, выполненные до 1941 г.,
премии I степени присуждены

Баху Алексею Николаевичу — за выдающиеся научные работы в области биохимии;

Семёнову Николаю Николаевичу — за научные работы «Теория ценных реакций» и «Тепловая теория горения и взрывов»;

Фрумкину Александру Наумовичу — за научные работы по исследованию электрохимических процессов.

Премии II степени присуждены

Курнакову Николаю Семёновичу — за научные работы по физической химии и за труд «Введение в физико-химический анализ»;

Рогинскому Симону Залмановичу — за научные работы по теории катализа.

За 1941 г.

премия I степени присуждена

Зелинскому Николаю Дмитриевичу — за выдающиеся научные работы по органической химии

Премии II степени присуждены

Гребенчикову Илье Васильевичу — за научные работы в области оптики;

Решиндеру Петру Александровичу — за научные работы по физической химии.

За 1942 г.

премия I степени присуждена

Несмеянову Александру Николаевичу — за исследования в области металлоорганических соединений.

Премии II степени присуждены

Зельдовичу Якову Борисовичу — за исследования по теории горения и детонации;

Кричевскому Исааку Рувимовичу, } за научные работы по
Большакову Петру Елисеевичу, } исследованию газов
Циклису Даниилу Семёновичу } при высоких давлениях;

Сыркину Якову Кивовичу — за работы по исследованию строения молекул и химической связи.

За 1943—1944 гг.

премии I степени присуждены

Родионову Владимиру Михайловичу — за научные исследования в области органической химии;

Теренину Александру Николаевичу — за научную работу «Фотохимические процессы в ароматических соединениях»;

Хлопину Виталию Григорьевичу — за научные исследования в области химии.

Премии II степени присуждены

Бродскому Александру Ильичу — за исследования в области химии изотопов;

Кондратьеву Виктору Николаевичу — за научную работу «Спектроскопическое изучение химических газовых реакций»;

Медведеву Сергею Сергеевичу — за научные исследования в области кинетики полимеризации органических веществ.

За 1945 г.

премия I степени присуждена

Назарову Ивану Михайловичу — за научные исследования в области химии ацетилена и его производных.

Премии II степени присуждены

Гриббергу Александру Абрамовичу — за научные исследования в области химии комплексных соединений;

Юрьеву Юрию Константиновичу — за научные исследования в области органической химии.

За 1946 г.

премия I степени присуждена

Арбузову Александру Ерминингельдовичу — за широко известные исследования в области фосфоорганических соединений.

Премии II степени присуждены

Зимакову Павлу Владимировичу — за научные исследования в области химии окиси этилена;

Меньшикову Георгию Петровичу — за научные исследования в области химии алкалоидов;

Петрову Александру Дмитриевичу — за научные исследования в области синтеза углеводов моторных топлив.

За 1947 год

премия I степени присуждена

Зелинскому Николаю Дмитриевичу и Гаврилову Николаю Ивановичу — за многолетние исследования в области химии белка.

Премии II степени присуждены

Кочешкову Ксенофону Александровичу — за научные исследования в области металлоорганических соединений;

Повосёловой Александре Васильевне — за научные исследования в области химии редких элементов;

Киуляну Ивану Людвиговичу — за исследования в области органической химии (исследования фтористых соединений);

Куприцу Якову Николаевичу — за разработку теоретических основ технологических процессов мукомольной промышленности;

Терентьеву Александру Петровичу — за создание нового метода синтеза органических соединений.

II. В 1942 г. Сталинские премии присуждены также за многолетние выдающиеся работы в области науки и техники. Среди лиц, работы которых отмечены Сталинской премией по этому разделу, имеется несколько учёных, работающих в области химии или смежных с ней областях:

Байков Александр Александрович	—	премия I степени,
Вернадский Владимир Иванович	»	I »
Наметкин Сергей Сергеевич	»	I »
Порай-Кошиц Александр Евгеньевич	»	I »
Арбузов Александр Ерминингельдович	—	премия II степени.

III. Одновременно с присуждением Сталинских премий за выдающиеся работы в области науки производится присуждение Сталинских премий за выдающиеся изобретения и за коренные усовершенствования методов производственной работы. Укажем отдельные работы из числа многих, отмеченных Сталинской премией.

В 1941 г. премией I степени отмечены работы

Фаворского Алексея Евграфовича — по разработке промышленного метода синтеза изопренового каучука.

За 1942 г. премия III степени присуждена

За 1945 г. премия II степени присуждена

Зелинскому Николаю Дмитриевичу (совместно с Шуйкиным Н. И. и Новиковым С. С.) — за разработку нового метода получения ароматических углеводов.

IV. СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ТЕМАМ ШКОЛЬНОГО КУРСА ХИМИИ

Вода

Исторические сведения. В древности вода рассматривалась как одно из первичных веществ, как элемент (см. стр. 196).

Средневековая наука допускала возможность превращения воды в другие вещества. С целью доказать это положение алхимик Ван-Гельмонт поставил следующий опыт: он выращивал иву весом в 5 фунтов в горшке со взвешенным количеством земли, поливая её водой. Через 5 лет вес земли остался неизменным, вес ивы увеличился до 169 фунтов. Отсюда Ван-Гельмонт сделал вывод о возможности превращения воды в вещества, из которых построено растение (тогда не была известна ассимиляция CO_2 из воздуха растениями).

В течение XVII в. существовало мнение, будто вода может превращаться в твёрдые земляные вещества. Это мнение было опровергнуто опытами Шееле и Лавуазье, причём первый решил задачу качественным путём, а второй — количественным.

Шееле в течение 12 дней кипятил дистиллированную снеговую воду в колбе и нашёл, что при этом разбилось стекло. «Мог ли я ещё сомневаться в том, что вода при постоянном кипении способна разбедать стекло? Полученная мною земля вовсе не возникла из самой воды» (Шееле).

Лавуазье в течение 100 дней кипятил взвешенное количество воды в стеклянном сосуде (также взвешенном) и затем определил, что потеря в весе сосуда точно равна весу остатка после выпаривания воды.

В 1781 г. английский учёный Кавендиш обнаружил, что при взрыве смеси «горючего воздуха» (водорода) и обыкновенного воздуха в замкнутом пространстве образуется вода. Однако он, как приверженец теории флогистона, дал неправильное объяснение этому опыту.

Заслуга установления состава воды принадлежит Лавуазье, который в 1783 г. решил задачу и путём синтеза и путём анализа.

Электролиз воды с помощью лейденской банки впервые произвёл в 1789 г. голландский химик ван-Труствик¹.

Вода в природе и технике. Общая поверхность земного шара равна $510\,100\,000\text{ км}^2$, на долю воды приходится около $375\,000\,000\text{ км}^2$ (73,5%). Вес воды в океанах и морях (не считая веса растворённых солей) — около $1,4 \cdot 10^{18}\text{ т}$. Кроме того, вес воды в льдах суши составляет около $4 \cdot 10^{15}\text{ т}$; в живых организмах и твёрдом веществе почвы и горных пород содержится ещё примерно 10^{17} т воды².

¹ Подробное его сообщение об этом опыте приложено в книге Ф. Даниельса «История естествознания», 1938, стр. 31—32. Описание дальнейшей истории электролиза воды можно найти в книге Дж. Р. Партиingtonа, Химия в жизни.

² Из книги акад. В. И. Вернадского, Очерки геохимии, 1934, стр. 98.

Тело человека весом в 70 кг содержит 49 кг воды. В теле некоторых медуз содержание воды доходит до 98%.

Среднее содержание воды в некоторых пищевых продуктах — см. стр. 288 и 289.

Испарение с поверхности озёр, морей и океанов даёт ежегодно более 360 тыс. км^3 воды, собирающейся в тучи и облака и осаждающейся обратно на земную поверхность.

Значительное количество воды испаряют растения. Растущая свободно берёза ежедневно испаряет из почвы 30 л воды, а столетний бук — около 50 л; 1 га букowego леса такого же возраста в течение лета испарял бы около 40 млн. л воды.

Осадки. Среднее годовое количество атмосферных осадков в центральной части СССР составляет около 50 см (Москва — 62 см), в окрестностях Батуми 250—400 см, в окрестностях Барнаула 25 см, в степях Туркестана 10 см. Среднее годовое количество осадков для земли 74 см.

Дождь, дающий больше 1 мм в минуту, имеет уже характер ливня (обычный дождь даёт значительно меньше). Наибольшая известная интенсивность дождя, наблюдавшаяся однажды в Румынии, равнялась 10,2 мм в минуту. Если бы такой дождь продолжался целые сутки, он дал бы слой воды в 14,7 м.

Дождевая вода во время своего кратковременного прохождения через нижние слои атмосферы успевает растворить в себе заметное количество различных веществ и после выпаривания оставляет на 1000 частей от 3 до 5 частей твёрдого осадка. Этот осадок состоит главным образом из аммонийных солей азотной и азотистой кислот, солей серной и сернистой кислот и др.; кроме того, в дождевой воде содержатся CO_2 , N_2 , O_2 , H_2O_2 , NH_3 . В густо населённых местностях количество серной кислоты в дождевой воде достигает иногда нескольких сотых грамма на литр.

Речная вода содержит большое количество растворённых солей. Реки вроде Ганга или Миссисипи приносят в год до 100 и более миллионов тонн растворённых солей. Американский геолог Кларк подсчитал, что все реки земного шара ежегодно приносят с собой в мировой океан 2735 млн. т растворённых солей.

Растворимость веществ в воде — см. таблицы на стр. 50—52.

Содержание солей в морской и озёрной воде

	Соли, г в 1 л					Общее содержание
	NaCl	KCl	MgCl ₂	CaSO ₄	MgSO ₄	
Атлантический океан .	28,14	0,69	3,44	1,42	2,28	35,58
Средиземное море . . .	30,76	0,66	3,74	1,64	2,39	39,26
Северное море	25,80	0,70	2,90	1,30	2,20	33,10
Балтийское море . . .	8,70	0,11	1,41	0,62	0,18	11,03
Мёртвое море	79,3	14,3	103	1,4	36,9 (CaCl ₂)	240
Каспийское море . .	—	—	—	—	—	12—14
Чёрное море	—	—	—	—	—	18—20

Температура кипения воды при различном давлении

Давление	мм ртутного столба										Атмосфера (абс.)			
	20	50	100	200	500	720	740	750	760 (1 атм.)	2	5	10	15	25
Температура °С	22,1	38,1	51,6	66,4	88,7	98,5	99,3	99,6	100,0	120	151	179	197	223
Где встречаются эти условия	24 км	18 км	15 км	10 км	4—5 км	Барометрическое давление на поверхности земли				Паровые котлы (локомотивы, паровозы)				

давление воздуха на высотах

Температура плавления льда при различном давлении

Давление в кг/см ² Температура плавления	1	337	590	1090	2045	3040	4360	6160	7390	8710	20670
	0°	-2,5°	-5°	-10°	-22°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°	+76,3°
					лёд I		лёд V			лёд VI	

Примечание. При высоких давлениях обычный лёд, называемый «лёд I», переходит в другие модификации, обозначаемые римскими цифрами.

Дистиллированная вода кажется невкусной, потому что не содержит растворённых солей и газов. Орган вкуса недаром предупреждает человека от длительного потребления дистиллированной воды — она выщелачивает из клеток желудка и кишок содержащиеся в клеточном соке соли, что может привести к более или менее серьёзным заболеваниям.

Но когда дистиллированную воду потребляют люди, страдающие от жажды, и притом в небольшом количестве и непродолжительное время, то она кажется им вкусной.

«Дистиллированную воду не считают хорошей питьевой водой, она мертва и безвкусна... До этих пор я тоже придерживался такого мнения, но теперь буду утверждать, что оно основывается на бессовестной клевете: дистиллированная вода имеет чудный вкус и очень освежает...»¹.

Плотность дистиллированной воды, не содержащей воздуха

0°	0,99987	20°	0,99823
4°	1,00000	22°	0,99780
10°	0,99973	25°	0,99707
15°	0,99913	30°	0,99567
18°	0,99862	100°	0,95838

Опреснители. На больших морских судах и в местностях, где чувствуется недостаток пресной воды (Кара-Богаз-Гол, район Баку и др.), применяются опреснители — аппараты для получения пресной воды из морской. Работают они по принципу перегонки.

Паровозы с тендер-конденсатором. Отработанный пар конденсируется в тендере, снабжённом холодильником, и снова идёт в котёл. Преимущества таких паровозов: 1) возможность совершать значительно большие пробеги без остановок для пополнения запаса воды и 2) питание котла перегнанной водой сводит к минимуму образование накипи.

Такие паровозы с тендер-конденсаторами широко используются на наших среднеазиатских железных дорогах, где немало станций расположено в безводных районах и воду для питья и других целей приходится доставлять туда издалека в больших деревянных чанах, установленных на железнодорожных платформах. Поэтому паровозы должны делать длинные перегоны без нового набора воды в этих районах.

Жёсткость воды. Постоянная жёсткость воды обусловлена присутствием в воде солей, не выпадающих в осадок при нагревании (CaCl₂, CaSO₄, MgCl₂, MgSO₄).

Временная, или устранимая, жёсткость зависит от присутствия солей, выпадающих в виде накипи при нагревании воды [кислые соли — Ca(HCO₃)₂, Mg(HCO₃)₂].

Градусы жёсткости²:

1° немецкий соответствует содержанию 10 мг СаО в 1 л воды и равен 1,79 французского градуса.

1° французский соответствует содержанию 10 мг СаСО₃ в 1 л воды и равен 0,56 немецкого градуса.

¹ Из книги норвежского учёного Хараальда Свердруп, Во льды на подводной лодке, изд. «Молодая гвардия», 1935.

² Для количественной характеристики жёсткости воды содержание кальция в воде перечисляется на СаО и СаСО₃. Содержание магниевых солей также выражается химически эквивалентным количеством СаО или СаСО₃.

Борьба с накипью химическими средствами.

1. Обработка воды перед подачей в котёл содой, гашёной известью или едким натром в различных комбинациях этих веществ. Главные реакции при этом:

а) нейтрализация кислых солей и выпадение средних солей в осадок;

б) взаимодействие растворённых CaSO_4 и MgSO_4 с Na_2CO_3 и выпадение нерастворимых осадков CaCO_3 и MgCO_3 ;

в) выпадение нерастворимых гидратов $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$.

II. Смягчение воды с помощью искусственных алюмосиликатов натрия, так называемых пермутитов. Этот способ смягчения воды основан на обменной реакции между ионами кальция или магния, содержащимися в воде, и щелочным металлом, входящим в состав искусственного алюмосиликата.

Процесс смягчения воды проводится так: пермутит натрия помещается в фильтры, через которые пропускают жёсткую воду до тех пор, пока весь щелочной металл в алюмосиликате не будет замещён кальцием или магнием.

Отработанный пермутит, насыщенный кальцием, регенерируют, обрабатывая его раствором поваренной соли, причём происходит обратный процесс — замена в алюмосиликате кальция или магния натрием. После этого фильтр снова пригоден для смягчения воды.

Жёсткую воду и раствор поваренной соли пропускают через фильтр попеременно.

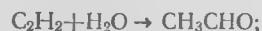
Описанным способом жёсткость воды может быть снижена до нуля. Так как алюмосиликат может служить продолжительное время, то расходы по смягчению воды фактически определяются весьма невысокой стоимостью поваренной соли (подробнее см. «Техническая энциклопедия», т. III — «Вода»).

Вода как химическое сырьё и реагент. 1. Вода служит сырьём для получения водорода (см. стр. 193).

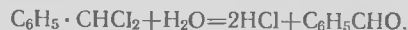
2. В главнейших областях основной химической промышленности вода химически участвует в процессе производства, например в производстве серной кислоты, азотной кислоты.

3. Вода участвует в органических синтезах. Примеры:

а) гидратация ацетилена:



б) омыление хлористого бензилидена:



4. Вода служит катализатором. Некоторые реакции не происходят, если реагирующие вещества хорошо высушены и не содержат следов воды. Примеры реакций, не происходящих в отсутствие воды: горение СО в кислороде, окисление Р в P_2O_5 , реакция между SO_2 и NO_2 .

Опасность воды при пожарах. В некоторых случаях тушение пожара водой не только бесполезно, но и опасно.

Примеры:

1) при попадании воды на калий или натрий (выделяется водород);

2) при тушении водой горящего магния;

3)

ТУШИТЬ
ВОДОЙ СТРОГО
ВОСПРЕЩАЕТСЯ

Надпись у карбида цеха N-ского
автогенного завода.

4) При попадании воды на горящую термитную зажигательную бомбу образуется гремучая смесь (вследствие высокой температуры реакции), поэтому тушение таких бомб небольшим количеством воды неэффективно.

В годы Отечественной войны бойцы групп самозащиты вели весьма успешную борьбу с немецкими «зажигалками», бросая их в бочки с водой.

Тяжёлая вода. Тяжёлой водой называется вода, в состав молекулы которой входят один или два атома тяжёлого изотопа водорода (дейтерия) с атомным весом 2, обозначаемого D или H^2 . Таким образом, состав тяжёлой воды выражается формулами HDO или D_2O (другие обозначения: $\text{H}^1\text{H}^2\text{O}$ и соответственно H_2^2O). По своим физико-химическим свойствам тяжёлая вода заметно отличается от обычной воды (см. ниже).

Выделение тяжёлой воды производится путём длительного электролиза воды и основано на том, что при электролизе воды в первую очередь разлагаются молекулы «обыкновенной воды», тогда как тяжёлая вода накапливается в остатке. Жидкость долго работающих электролитических ванн отличается повышенным содержанием тяжёлой воды.

Тяжёлая вода впервые получена Льюисом в США в феврале 1933 г.

Сравнение свойств обыкновенной и тяжёлой воды

Свойства	Обыкновенная вода	Тяжёлая вода D_2O
Плотность при 20°	0,9982	1,1059
Температура плавления	0°	3,8°
Температура кипения	100°	101,42°
Температура максимальной плотности . . .	4°	11,6°
Растворимость солей при 25° (граммов соли в 100 г воды)		
NaCl	35,9	30,5
BaCl ₂	35,7	28,9

Примечание. Среднее содержание тяжёлой воды в обычной воде: 1 : 5000 (1 г в 5 л воды).

Тяжёлая вода и атомная энергия

Производство тяжёлой воды связано с большим расходом электроэнергии и обычно организуется на базе дешёвой энергии гидроэлектрических станций. Подобные условия имеются в Норвегии, где в годы второй мировой войны ежедневно могло производиться несколько килограммов тяжёлой воды. Тяжёлая вода служит эффективным замедлителем быстрых нейтронов (см. стр. 317) и может быть использована в одном из вариантов атомной бомбы. Во время войны запас тяжёлой воды и производство её в Норвегии находились в руках Германии, оккупировавшей Норвегию, и, повидимому, предназначались для производства атомных бомб. Для уничтожения этих запасов в Норвегию была сброшена на парашютах английская диверсионная группа, которой удалось совместно с норвежцами, несмотря на сильную немецкую охрану, 28 февраля 1943 г. взорвать цех, уничтожить запас воды и вер-

путься затем в Англию Немпы восстановили завод, но после бомбёжек его союзной авиацией решили перевезти оборудование и всю накопленную продукцию в Германию. Однако норвежские патриоты пробрались на пароход с этим грузом и заложили мину, от которой пароход 20 февраля 1945 г. погиб; вместе с оборудованием был уничтожен запас тяжёлой воды в количестве около 16 300 кг.

Кислород

Главнейшие физические свойства кислорода и озона

	O ₂	O ₃
Температура плавления	—218,6°	—251,5°
Температура кипения	—182,9°	—112°
Критическая температура	—118,8°	—5°
Удельный вес газа по воздуху	1,1053	1,655
Вес 1 л газа при давлении 760 мм и 0° С .	1,4289 г	2,139 г

Исторические сведения. Чистый кислород первым получил Карл Шееле ещё в 1772 г. («огневой воздух»), но соответствующие работы Шееле («Химический трактат о воздухе и огне») были опубликованы только в 1777 г. Джозеф Пристлей получил кислород в 1772 г. («дефлогистированный воздух»).

«Может быть, когда-нибудь этот чистый воздух, — писал Пристлей, — станет модным предметом роскоши. Пока привилегией вдыхать его пользовались только две мыши¹ да я».

Кислород и процессы окисления. В рукописи Леонардо да Винчи (1452—1519) есть запись:

«Огонь непрерывно уничтожает воздух, поддерживающий его, и образовал бы пустоту, если бы не притекал другой воздух. Когда воздух больше не может поддерживать пламени, то ни одно животное не может в нём существовать, как и пламя».

Но ещё в 1644 г. Декарт в своих «Принципах философии» утверждал, что масляные лампы могут гореть в могильных склепах без доступа воздуха годы и даже столетия.

Отто Герике (1602—1686) на основании опытов с зажжённой свечой, помещённой в сосуд с выкачанным воздухом и в сосуд, опрокинутый в воду, заключил, что для горения нужен воздух и что «пламя портит воздух».

В 1674 г. Роберт Бойль произвёл ряд опытов для испытания возможности горения некоторых веществ (серы, угля) в безвоздушном пространстве и также склонялся к выводу, что для горения нужен воздух, но несколько колебался, так как порох горел и в безвоздушном пространстве. Нагревая олово в запаянной реторте и взвешивая получившийся продукт, извлечённый из реторты, Бойль заметил прибавку в весе и объяснил это проникновением через стекло реторты «огневых частиц», которые и были поглощены металлом.

Почти через сто лет этот опыт проверил Ломоносов. Он пишет:

«Между разными химическими опытами, которых журнал на 13 листах, деланы опыты в заплавленных накрепко стеклянных сосудах, дабы исследовать, прибывает ли вес металлов от чистого жару. Опытами нашлось, что славного Роберта Бойля² мнение ложно, ибо

без пропускания внешнего воздуха вес сожжённого металла остаётся в одной мере»¹.

Ломоносова обвинили в гордости и «нахальстве». По мнению его коллег-академиков, он «слишком поспешно приступил к делу, которое, видится, превосходит его силы», и «господину адъюнкту не следует стараться о порицании трудов Бойля, пользующихся, однако, славой в учёном мире».

Роберт Гук (1635—1703), наблюдая горение угля в расплавленной селитре, заключил, что в селитре содержится в сгущённом виде «селитряный воздух», хорошо поддерживающий горение. Гук высказал предположение, что сходное, а может быть, и то же самое вещество содержится и в обычном воздухе.

Ещё определённое дело такие же выводы из своих опытов молодой английский врач Джон Майоу (1642—1679), который говорил, что в воздухе содержится «селитряное воздушное вещество», обладающее способностью поддерживать горение и дыхание.

Теория флогистона. Правильному объяснению явлений горения и медленного окисления мешала господствовавшая теория флогистона.

Зарождение теории флогистона относится к концу XVII в., когда немецкий химик Бехер (1635—1682) высказал предположение о том, что горючесть вещества связана с наличием в нём особой «земли», которая выделяется при сгорании вещества.

Немецкий химик Шталь (1660—1734) довольно туманно выраженную мысль Бехера развил в теорию флогистона.

По теории флогистона, горючесть вещества обусловлена присутствием в нём особого вещества «флогистона», выделяющегося при сгорании. Горючие вещества, таким образом, рассматривались как сложные соединения флогистона и негорючего остатка (зола, «земли»). Водород («горючий воздух»), сгоравший без твёрдого остатка, считался состоящим почти из чистого флогистона. Теория флогистона отметила также связь между явлениями горения и окисления металлов, но давала этим явлениям неправильное объяснение. По теории флогистона металлы являлись соединением флогистона с «землёй» (окислом). «Земли» считались элементами.

По мере развития химии накапливались противоречия теории флогистона с фактами. Одним из важнейших возражений являлось то, что «земли», вещества по теории флогистона менее сложные, имеют больший вес, чем металлы, взятые для их получения. Попытка объяснить это тем, что флогистон обладает отрицательным весом и, следовательно, при его присоединении к какому либо веществу последнее становится легче, приводила к новым противоречиям и вопросам, требующим новых надстроек к теории. Точные эксперименты Лавуазье нанесли окончательный удар этой теории, и она была оставлена.

Несмотря на ошибочность, теория флогистона сыграла в развитии химии очень важную роль. Она была первой научной теорией, обобщающей целый ряд фактов. В теории флогистона при наличии многих неясностей всё же не было той мистики и допущения вмешательства сверхъестественных сил в химические процессы, которые были характерны для представлений алхимиков средневековья. Оценивая эту прогрессивную роль теории флогистона, Энгельс замечает, что «химия освободилась от алхимии посредством теории флогистона»².

¹ Из которых он проверял действие кислорода.

² Бойля.

¹ Б. Н. Меншуткин, Труды М. В. Ломоносова по физике и химии, 1936.

² Энгельс, Диалектика природы, 1918, стр. 8.

Различие между старыми представлениями и новыми взглядами, введёнными Лавуазье, видно из следующего сопоставления:

	По теории флогистона	По взглядам Лавуазье
Металл	Соединение двух элементов («земля» + флогистон)	Элемент
Оксид металла	Элемент («земля»)	Соединение двух элементов (металл + кислород)
Процесс окисления металла	Реакция разложения: металл = «земля» + флогистон	Реакция соединения: металл + кислород = оксид

Работы Лавуазье по теории окисления: наблюдения над увеличением веса при прокаливании металлов (1772 г.); выяснение роли кислорода при горении (1774 г.); классические опыты окисления ртути (1777 г.).

В результате ряда работ Лавуазье установил, что «огневой воздух» Шееле, «селитренное воздушное вещество» Майю и «дефлогистированный воздух» Пристли не что иное, как элемент кислород. Одновременно Лавуазье выяснил химическую сущность окисления, горения и дыхания.

Энгельс высоко оценил эти работы Лавуазье: «Пристлей, как и Шееле, открыли кислород, но они не знали, что оказалось у них в руках... Элемент, которому суждено было ниспровергнуть все флогистические воззрения и революционизировать химию, пропал в их руках совершенно бесплодно. Но Пристлей немедленно сообщил о своём открытии в Париж Лавуазье, а Лавуазье, руководясь этим новым фактом, пересмотрел всю флогистическую химию и впервые открыл, что новый вид воздуха был новым химическим элементом, что при горении не выделяется из горючего тела таинственный флогистон, а этот новый элемент соединяется с телом, и таким образом он впервые поставил на ноги всю химию, которая в своей флогистической форме стаяла на голове. И если даже он не открыл кислорода одновременно с другими и независимо от них, как он утверждал впоследствии, то всё же собственно открыл кислород он, а не те двое, которые только описали его, даже не догадываясь о том, что именно они описывали»¹.

Кислород в технике. Получение кислорода в технике производится исключительно путём выделения его из жидкого воздуха (фракционированной перегонкой) как более высококипящей части смеси.

Все старые технические методы, основанные на химических реакциях, в настоящее время не применяются.

Кислород в металлургии. «Мы сейчас строим в Днепропетровске маленькую доменную печь и кислородную установку для применения кислородного дутья в доменном процессе. Это будет опыт, ио

что может дать нам этот опыт? Производительность доменных печей при работе на кислородном дутье может быть повышена в два раза. Следовательно, мы можем повысить производство чугуна в два раза, если будем применять кислородное дутьё. А это дешевле, чем строить доменные печи... Применение дутья позволит снизить расход кокса на тонну чугуна на 10—15%. Применение кислорода обогащает процесс и даёт нам чугун более высокого качества и тем самым даёт нам возможность получения более высококачественного металла»¹.

Применение кислородного дутья в доменном производстве устраняет необходимость в кауперах и даёт колошниковый газ лучшего состава и высокой калорийности.

Кислород в химической промышленности. В соловом производстве применение кислорода позволяет увеличить концентрацию углекислоты в газе до 60—65% и тем самым повысить производительность содовых заводов на 10—15% без значительной реконструкции.

В сернокислотном производстве благодаря применению обогащённого кислородом воздуха можно получить реакционную газовую смесь с содержанием O_2 в 2—3 раза больше, чем с воздухом, что позволяет увеличить производительность заводов в 2—2½ раза. В азотной промышленности кислород может быть применён для интенсификации процесса окисления аммиака в азотную кислоту.

Газификация угля (в газогенераторах и подземная газификация) с использованием кислородного дутья приводит к получению газа с повышенным содержанием CO и H_2 (за счёт снижения содержания азота — см. стр. 268). Такой газ обладает более высокой калорийностью и весьма пригоден для химической переработки его (производство аммиака, метанола и др.).

В пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг. предусматривается широкое применение кислорода в металлургической и химической промышленности:

«Освоить в промышленных масштабах обогащённое кислородом дутьё в доменном и сталелитейном производстве».

Реализация намечаемой этим планом интенсификации ряда отраслей химической промышленности (азотной, сернокислотной и др.) также связана с применением обогащённого кислородом воздуха.

Кислород и процессы дыхания. До открытия кислорода и до правильной оценки его роли в процессе дыхания (Лавуазье) представления о химизме дыхания были очень туманны и ошибочны. Так, например, в начале XVII в. Джон Уилкинс, один из основателей Лондонского королевского общества развития наук, высказывал мысль, что «водолаз со временем, вероятно, приобретёт привычку обходиться совсем без свежего воздуха, который особенно необходим только для людей неопытных». Он же допускал, что простое охлаждение воздуха может сделать его снова пригодным для дыхания².

Другого рода ошибка встречается иногда в научно-фантастических романах, где описывается возбуждающее и опьяняющее действие воздуха с повышенным содержанием кислорода на человека и животных. Жюль Верн в романе «Из пушки на луну» красочно описывает сцену чрезвычайного возбуждения людей и животных в летящем на луну снаряде, происшедшего из-за обогащения воздуха кислородом вследствие недосмотра.

¹ Стенографический отчёт LVIII съезда ВКП(б), речь тов. Кагановича Л. М., Отг. 3. 1939, стр. 247—248.

² В. Б. и б. и. На глубине ки. омега, Детиздат, 1937, стр. 34.

¹ К. Маркс, Капитал, ч. II, изд. 1938 г., предисловие Ф. Энгельса, стр. 46.

Газообмен в лёгких человека при различной физической нагрузке

Режим	Чистота дыха- ния: число вдохов в ми- нуту	Объём одно- го вдоха л	Общий объём вдыхаемого воздуха л/мин	Потребле- ние O_2 л/мин	Выделение CO_2 л/мин	CO_2 в выдыхае- мом воз- духе %
Покой лёжа	17	0,4	7	0,24	0,19	2,7
Покой в стоячем положе- нии	17	0,6	10	0,33	0,26	2,6
Ходьба со скоростью 4,5 км/час	17	1,5	25	1,00	0,87	3,5
Передвижение со скоро- стью 8 км/час	20	3,0	60	2,50	2,35	4,0
Тяжёлая работа в кисло- родном противогазе . .	30	2,5	75	3,20	3,40	4,5

угрожающей ему опасности. При 8—10% O_2 — потеря сознания. При 6% O_2 — судороги и прекращение дыхания; если не оказать быстрой помощи, то наступает смерть.

Кислород в подводных лодках. Боевые качества и опе-
рации подводных лодок сильно зависят от снабжения их кислородом.
Обычное решение — применение сжатого кислорода в баллонах. В по-
следнее время в качестве источника кислорода находит применение
перекись водорода (см. стр. 195). Это открывает возможность исполь-
зовать кислород не только для дыхания команды, но и для работы дви-
гателей внутреннего сгорания при нахождении лодки под водой. При
таком решении лодка может не так часто подниматься на поверхность
для пополнения запасов кислорода и зарядки аккумуляторов, за счёт
энергии которых до сих пор осуществлялось движение лодки под во-
дой.

Оксиликвит — взрывчатое вещество, состоящее из пористого
углеродистого материала (уголь, сажа, опилки и т. п.), пропитанного
жидким кислородом, причём пропитка производится непосредственно
на месте работы. Оксиликвитный патрон обходится дешевле динамит-
ного, более удобен и безопасен в обращении: если он почему-либо не
взорвётся, то кислород из него испаряется, и тогда дальнейшее обра-
щение с ним не требует никаких мер предосторожности.

Хранение и транспортировка кислорода. Кислород транспортируется
в сжатом виде (баллоны) или в сжиженном состоянии, в так называемых
«танках». Обычный 40-литровый баллон (вес тары около 80 кг) вмещает
6—7 м³ газообразного кислорода под давлением 150—160 ат (вес кис-
лорода 9—10 кг). В танках, представляющих собой медные или ла-
тунные сосуды с хорошей термоизоляцией, жидкий кислород можно
перевозить на довольно большие расстояния. В этом случае мёртвый
вес тары составляет 2,5—3 кг на 1 кг кислорода.

Мировое потребление кислорода. Для автогенной сварки и резки,
в химической промышленности, в производстве взрывчатых веществ,
в кислородных приборах, в медицине и пр. потребляют кислорода около
200 млн. м³ в год.

В другом произведении Ж. Верна «Доктор Окс» описывается изобре-
татель — доктор Окс, который ради опыта обогащал атмосферу некоего
фламандского городка Кикандона кислородом. Подышав несколько ми-
нут таким воздухом, флегматичные жители этого городка сразу станови-
лись говорливыми, подвижными, драчливыми, доходя в своём возбужде-
нии до крайних пределов, но так же быстро «отходили», попав снова в
обычные условия дыхания. Растения под влиянием кислорода также
испытывали чудесные превращения, росли быстро и достигали гигант-
ских размеров:

«За ягуду земляники нужно было браться вдвоём, за грушу вчетве-
ром. . . Сирень за несколько дней образовала непроходимую чашу; ге-
рань, маргаритки, далии, камелии, рододендроны затопили аллеи, ду-
шили друг друга. Коса ничего не могла с ними сделать». И далее:
«Но, увы, если все растения, фрукты и цветы росли на глазах, стреми-
лись принять колоссальные размеры, если живость их окраски и аро-
мат очаровывали обоняние и взгляд, зато они быстро блекли и уми-
рали, истощённые и обессиленные. . . То же происходило и с домаш-
ними животными, от дворового пса до свиньи в хлеву, от канарейки
в клетке до индюка на птичьем дворе».

Такая картина совершенно неверна. При дыхании даже чистым кис-
лородом в течение нескольких часов никакого возбуждения и ненор-
мальностей в поведении человека не происходит. Так, бойцы горноспа-
сательных и пожарных команд могут спокойно работать по несколько
часов в изолирующих кислородных противогазах, хотя дышат они почти
чистым кислородом (95% и более).

Кислород при высотных полётах. При дыхании на
больших высотах (3—5 тыс. м) вследствие разрежения воздуха при
вдохе в лёгкие входит меньшее весовое количество воздуха (и кисло-
рода), чем у поверхности земли. Наступает «кислородное голодание»
(посинение лица, нарушение процесса мышления, расстройство движе-
ний и т. д., в острых случаях — смерть). Поэтому лётчики при высот-
ных полётах снабжаются специальными кислородными приборами; дру-
гое решение — устройство на самолёте герметических кабин, где искус-
ственно поддерживается нормальное давление воздуха, независимо
от величины наружного давления.

«. . . Я ушёл на бак, чтобы подкачать масло. Масло начало густеть.
и это немного усложняло операцию перекачки. Выполнив эту физиче-
скую процедуру на высоте 4200 м, я почувствовал учащение пульса и
решил попользоваться кислородом от Сашиного баллона. Саша, уткнув
лицо в маску, уже давно посасывал кислород, и это значительно осве-
жало как голову, так и весь организм. Омоложение в буквальном
смысле — вот действие кислорода после трудов праведных. Беляков
протянул мне кислородную маску, и, надев её, я прилёг на бак, чув-
ствуя освежающую струю кислорода»¹.

Кислородное голодание. При понижении содержания
 O_2 в воздухе до 14—15% человек не испытывает особых болезненных
явлений, хотя рудничная лампа тухнет при содержании 16% кислорода
в воздухе.

При 10—12% O_2 в воздухе у человека наступает состояние, сход-
ное с опьянением; способность мышления понижается, движения рас-
строены; поступки безрассудны, человек не помнит, что он делал
в это время. Главная опасность состоит в том, что человек не ощущает

¹ Из книги Героя Советского Союза Г. Байдукова, Наш полёт в Америку,
1937, стр. 20

Водород

Главнейшие физические свойства

Температура плавления	—257,1° С
Температура кипения	—252,75° С
Кригическая температура	—239,9° С
Плотность твёрдого водорода (при —260°)	0,0763
Плотность жидкого водорода (при —253°)	0,070
Удельный вес газа по воздуху	0,0695
Вес 1 л водорода при давлении 760 мм и 0° С	0,0899 г

Исторические сведения. Ещё в XVI столетии Парацельс заметил выделение горючего газа при погружении железа в серную кислоту. Позже голландский физик ван-Гельмонт сделал подобное же наблюдение.

В конце XVII в. опыт горения водорода описал Роберт Бойль, который действовал соляной кислотой на стальные опилки; смесь сильно разогревалась и выделяла «удушливые пары, загорававшиеся от пламени свечи и горевшие довольно долго».

Н. Лемери в своём «Курсе химии» (1675 г.) описывает действие серной кислоты на железные опилки в склянке с длинным горлом: «Если поднести к горлу зажжённую свечу, то пары немедленно вспыхивают, производя сильный и резкий звук, и тотчас же гаснут». Но все перечисленные исследователи не знали, что имеют дело с новым элементом, каковы его свойства и что образуется при его горении.

Лишь в 1766 г. все эти вопросы разрешил английский химик Генри Кавендиш, подробно исследовавший водород. Ему принадлежит честь открытия этого элемента.

Жидкий водород — самая лёгкая жидкость. Плотность жидкого водорода при —252,8° равна 0,070 (в 14,5 раза меньше плотности воды). Температурные границы существования жидкого водорода составляют всего 4,3°: впервые получен Дьюаром в 1898 г. Держать жидкий водород в открытых дьюаровских сосудах, как, например, жидкий воздух, нельзя. В случае открытого сосуда воздух, пришедший в соприкосновение с холодными парами водорода, сейчас же превратится в твёрдые хлопья, которые будут падать на дно сосуда (ввиду малой плотности жидкого водорода), и через несколько минут получится плотная гремучая и огнеопасная смесь из твёрдых кислорода и азота и жидкого водорода, которая при малейшей неосторожности может дать сильнейший взрыв. Поэтому в лабораториях опыты с жидким водородом ведут так, что воздух не имеет непосредственного контакта с жидким водородом, а испаряющийся из сосуда водород отводят по трубке либо наружу, либо в газгольдер.

Изотопы водорода. Известны три изотопа водорода, которым присвоены отдельные наименования и обозначения.

Протий (название мало употребительное) ^1H . Массовое число 1; свойства протия практически совпадают с известными свойствами водорода, так как этот изотоп составляет главную массу обычного водорода.

Дейтерий — H^2 или D, открыт в 1932 г. (Юри. Брикхедд и Мерфи); массовое число 2. Содержание D в обычном водороде 0,02%.

Тритий — H^3 или T. Радиоактивный изотоп; в обычном водороде и воде содержится в ничтожных количествах.

Атомарный водород Н. Получение: 1) при накаливании Pt, Pd или W проволоки в атмосфере H_2 при низком давлении (менее 0,01 мм ртутного столба); 2) при пропускании струи водорода через вольтовую дугу (горелка Лэнгмюра).

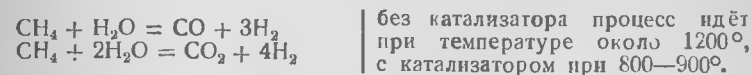
Время существования атомарного водорода около 0,5 сек. Реакция соединения $2\text{H}=\text{H}_2$ идёт с выделением большого количества тепла, 107 ккал на 1 грамм-молекулу H_2 (2 г).

Особенно легко соединение атомов водорода идёт на поверхности платины и других металлов (Pd, W, Fe), причём металлы, на которые направлена струя атомарного водорода, плавятся. Это используется для бескислородной сварки металлов.

В СССР атомарно-водородная сварка применяется на многих заводах.

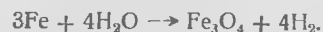
Водород в технике. Получение водорода в технике производится следующими способами.

1. Конверсия метана (природного газа) парами воды:



2 Железо-паровой способ. Процесс периодический:

1 период — получение H_2 (650—800°):



II период — восстановление окисленного железа водяным газом (при тех же температурах):

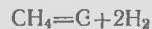


После этого снова идёт I период и т. д. Этот устаревший и сравнительно дорогой способ в настоящее время почти вышел из употребления.

3. Конверсия CO:



4. Термическое разложение метана:



(температура 800—1000°).

5. Электролиз воды. Получается очень чистый водород, но способ связан с большой затратой энергии: на получение 1 м³ водорода и 0,5 м³ кислорода требуется 2390 ампер-часов.

6. Выделение H_2 из водород содержащих газов. Каменноугольный и коксовый газы содержат 46—50% H_2 . Водяной газ содержит до 50% H_2 .

Выделение водорода в технике из смеси газов, например из коксового газа, производится методом глубокого охлаждения: смесь газов подвергается охлаждению до —190°, все составные части газовой смеси переходят в твёрдое или жидкое состояние, а водород остаётся в газовой фазе.

Водород в воздухоплавании. Первый большой воздушный шар, наполненный водородом, построил французский физик Шарль в 1783 г.

Подъёмная сила 1 м³ водорода равна разнице между весами 1 м³ воздуха и 1 м³ водорода (1,293 — 0,090 = 1,203 кг/м³). Однако постройка гигантских дирижаблей, наполненных водородом, оказалась нецелесообразной, что окончательно доказала гибель в мае 1937 г. колоссального цеппелина «Гинденбург». Катастрофа произошла в тот момент, когда «Гинденбург» пришвартовался к причальной мачте на аэродроме вблизи Нью-Йорка. Дирижабль внезапно загорелся, взорвался и упал на землю. Из 99 человек пассажиров и команды погибло 48 человек, многие получили сильные ожоги.

Во время второй мировой войны для защиты от воздушных налётов широко использовались аэростаты заграждения. В Москве, Ленинграде и других городах по вечерам в воздух на стальных тросах высоко в небо поднимались тысячи привязных аэростатов. Встреча со стальными тросами была опасна для самолётов, им приходилось держаться выше заграждения, вследствие чего ухудшалась и видимость и снижалась прицельность бомбёжки. Отмечено несколько случаев гибели немецких самолётов, налетевших на тросы аэростатов.

Полёты в стратосферу. Из всех стратостатов, наполненных водородом, наибольшая высота была достигнута советскими стратостатами.

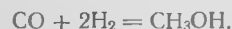
30 сентября 1933 г. стратостат «СССР-1» объёмом 25 000 м³ (Прокофьев, Бирнбаум, Годунов) поднялся на 19 000 м и затем благополучно спустился.

Взрывы смесей водорода с воздухом и кислородом В начале текущего столетия одно германское военное судно, только что построенное, совершало своё первое пробное плавание. Вдруг неожиданно на судне произошёл сильнейший взрыв парового котла. Расследование выяснило, что причиной взрыва явились обрезки цинка, по небрежности оставшиеся внутри котла, что повело к выделению водорода при нагревании воды в котле.

Взрывные пределы смесей — см. таблицу на стр. 69.

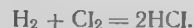
Водород в химпромышленности. Важнейшие химические производства, где сырьём является H₂:

1. Синтез аммиака.
2. Получение искусственного жидкого топлива:
 - а) гидрирование угля при высоком давлении;
 - б) получение жидких углеводородов из смеси СО и H₂ под действием катализаторов при температуре около 200° при обычном давлении.
3. Гидрогенизация жиров — получение из жидких растительных масел твёрдых жиров.
4. Производство под высоким давлением синтетического метилового спирта (метанола):



5. Различные синтезы, гидрирование и восстановление: получение тетралина и декалина гидрированием нафталина, получение анилина восстановлением нитробензола и др.

6. Прямой синтез HCl:



Удельное значение различных методов получения водорода для синтеза аммиака (1939 г.)

Способ получения H ₂	%
Из водяного газа	53,6
Из коксового газа	27,1
Электролиз	16,3
Из природного газа	1,3
Прочие методы	1,7

Применение 100%-ной перекиси водорода

При разложении перекиси водорода на 1 грамм-молекулу её (34 г) выделяется 16 г (11,2 л) кислорода, что составляет 47% от веса H₂O₂.

В годы второй мировой войны 99—100%-ная перекись водорода применялась немцами для снабжения кислородом своих новейших подводных лодок дальнего действия; это увеличивало длительность пребывания лодки в подводном положении. В практическом отношении важно, что

- 1) реакцию разложения можно вести с любой скоростью (вплоть до взрывной) путём соответствующей дозировки катализатора [раствор KMnO₄ или Ca(MnO₄)₂], ускоряющего распад;
- 2) единственным побочным продуктом является вода;
- 3) возможно использование значительной энергии выделяющихся газов для передвижения лодки под водой.

Реакция разложения перекиси водорода была использована при запуске самолётов-снарядов («Фау-1»), которыми немцы обстреливали Лондон в конце второй мировой войны.

Элементы

Исторические сведения. С учением о первичном веществе мы встречаемся в древней Греции. Фалес из Милета (конец VII и начало VI в. до н. э.) считал первичным веществом, из которого образовались все тела, — воду. Анаксимен (VI в. до н. э.) — воздух, Гераклит (конец VI и начало V в. до н. э.) — огонь.

По Эмпедоклу (V в. до н. э.) первичными веществами являлись четыре «стихии»: вода, воздух, огонь и земля.

Аристотель (IV в. до н. э.) считал, что в природе существуют четыре «начала», или «принципа»: влажность, сухость, тепло и холод. Носителями этих «принципов» являлись четыре «элемента»: вода, воздух, огонь и земля. При этом терминами «вода», «воздух» и т. д. Аристотель обозначал не воду или воздух как таковые, а некоторую отвлечённую совокупность качеств. Вода являлась символом влажности и холода, воздух — влажности и тепла, огонь — сухости и тепла, земля — сухости и холода. Аристотель допускал возможность перехода одного элемента в другой. Эти представления разделялись и алхимиками в средние века, но к четырём элементам Аристотеля

были добавлены ртуть (символ металличности), сера (символ горючести) и соль (символ неизменяемости), причём этим терминам также придавался не обычный, а символический смысл.

В 1661 г. Роберт Бойль в книге «Химик-скептик» дал критику этих представлений и впервые ввёл понятие об элементах как о веществах, не разлагаемых на более простые: «Я называю элементами... некоторые первоначальные, простые, совершенно не содержащие примесей тела, которые, не состоя из других тел или из других простых тел, являются теми составными частями, непосредственно из которых сложены все тела... и на которые последние в конце концов распадаются».

В числе простых тел считались вода, воздух (до работ Лавуазье), щёлочи, окиси Са, Ва, Mg (до работ Дэви) и др.

В руководствах по химии ещё до 1830 г. в списке химических элементов имелись «невесомые» элементы («начала»): теплотвор, светотвор, электротвор и магнитотвор.

Энгельс, характеризуя период возрождения наук после средневековья, отмечает, что «Бойль делает из химии науку»¹.

Количество известных элементов в различные периоды

До XIII в.

11 элементов: Au, Ag, Hg, Sn, Pb, Cu, Zn, Sb, S, C, Fe.

В период XIII—XVI вв.

13 элементов: кроме указанных, As, Bi.

До 1750 г.

16 элементов: кроме указанных, P, Co, Pt.

До 1800 г.

31 элемент: кроме указанных, Ni, H, O, N, Cl, Mn, W, Mo, Y, Ti, Cr, Fe, Sr, Zr, U.

До 1850 г.

58 элементов: кроме указанных, Nb, Os, Ta, Ir, Ce, Pd, Rh, K, Na, Mg, Ba, Ca, V, Li, J, Cd, Se, Si, Th, Br, Al, Be, Tb, Er, La, Ru, V.

До 1900 г.

82 элемента: кроме указанных, Rb, Cs, Tl, In, He, Ga, Yb, Sm, Sc, Ho, Tu, Pr, Nd, Dy, Gd, Ge, F, Ar, Ne, Kr, Xe, Ra, Po, Ac.

К 1931 г.

88 элементов: кроме указанных, Rn(Em), Eu, Cr, Pa, Hf, Re

К 1945—1947 гг. получены искусственно новые зауранные элементы:

Np — нептуний, порядковый номер	93
Pu — плутоний	94
Am — америций	95
Cm — кюрий	96

¹ Энгельс, Дialectика природы, 1948, стр. 148.

См. также технетий (стр. 175), астатин (стр. 168) и франций (стр. 175).

Агрегатное состояние простых тел (при обычных условиях)

Газы

1. Водород	7. Аргон	Жидкости
2. Гелий	8. Неон	1. Бром
3. Азот	9. Криптон	2. Ртуть
4. Кислород (озон)	10. Ксенон	Твёрдые тела
5. Фтор	11. Радон	Все остальные
6. Хлор	(эманация)	(из числа исследованных).

Распространение элементов в земной коре

15 наиболее распространённых элементов (в %)
(см. также стр. 6—8)

1. Кислород . . . 49,13	6. Натрий . . . 2,40	11. Углерод . . . 0,35
2. Кремний . . . 26,00	7. Калий . . . 2,35	12. Хлор . . . 0,20
3. Алюминий . . . 7,45	8. Магний . . . 2,35	13. Фосфор . . . 0,12
4. Железо . . . 4,20	9. Водород . . . 1,00	14. Сера . . . 0,10
5. Кальций . . . 3,25	10. Титан . . . 0,61	15. Марганец . . . 0,10

Относительные количества различных элементов в человеческом теле (в %)

Кислород 65,0	Кальций 1,4	Хлор 0,25
Углерод 18,2	Фосфор 0,8	Сера 0,21
Водород 10,0	Калий 0,27	Железо 0,1
Азот 2,7	Натрий 0,26	Магний 0,1

Трансмутация элементов, т. е. превращение одного элемента в другой, считается представлением, характерным для средневековой алхимии. Однако в то время химии как науки ещё не существовало, и само понятие об элементах ещё не было ясно сформулировано. Поэтому эта идея не вытекала естественным образом из развития естествознания в средние века, а была связана с узко практической задачей получения золота из благородных металлов с помощью чудотворного средства — «философского камня». В свете современных научных данных ясно, что усилия алхимиков, искавших рецепты превращения одних металлов в другие, не могли быть успешными при том низком уровне развития науки и при той примитивной технике эксперимента, которой располагали алхимики.

Алхимические рецепты превращения металлов в золото представляют собой описания элементарных операций по получению каких-либо сплавов или препаратов, замаскированные пышными и туманными терминологией и заклинаниями, непонятными для непосвящённых и, в конце концов, направленными для прикрытия неудачи разрешения основной задачи о получении золота.

Трансмутация элементов в XX в. *Опыты Мите.* В 1924 г. немецкий проф. Мите сообщил, что им обнаружено золото в ртутно-кварцевой лампе. Проведя дополнительные опыты, он пришёл к заключению, что в известных условиях золото может образоваться из ртути, которая перед опытом была тщательно очищена.

Сообщение Миге вызвало ряд работ по проверке его опытов. В этих работах принял участие известный немецкий химик Габер, который нашел, что нарастания количества золота в ртути в условиях опытов Миге не происходит. Очистка ртути от следов золота является очень трудной задачей, и появление золота в ртути следует объяснить случайным попаданием его извне. Так, например, один из сотрудников Габера во время работы касался рукой золотой оправы своих очков; этого было достаточно, чтобы в исследуемой им ртути обнаружилось присутствие следов золота. Таким образом, результаты опытов Миге не подтвердились при проверке.

В 1924 г. известный радиохимик Содди писал:

«Золото в периодической системе занимает положение на два места перед таллием, так что, если бы удалось заставить таллий выделить α -частицу, то получился бы изотоп золота. Если бы он был достаточно устойчивым, то он служил бы, как золото, для всех практических целей... С другой стороны, если бы висмут можно было заставить выбросить две α -частицы или свинец — одну α - и одну β -частицу, в результате опять-таки образовалось бы золото. Всё это — рецепты для современного алхимика, все они не подлежат сомнению, во все они ждут методов для своего осуществления»¹.

В научной литературе последних лет (1941 г. и сл.) описаны ядерные реакции, в результате которых происходило образование некоторых изотопов золота из атомов ртути, платины и таллия.

Так, например, при бомбардировке некоторых изотопов ртути нейтронами образуются изотопы золота Au^{198} , Au^{199} и др. (реакция типа п-р, см. стр. 310). Эти изотопы золота обладают искусственной радиоактивностью и малоустойчивы; их периоды полураспада лежат в пределах 48 мин. — 3,3 дня. Эти превращения произведены в лабораторных условиях. Но некоторые важные процессы, связанные с получением новых, не встречающихся в природе элементов, реализованы в настоящее время в промышленном масштабе (производство плутония для атомных бомб, см. стр. 317).

В наши дни трансмутация элементов стала реальностью и связана с практическим разрешением гораздо более важной, чем получение золота, задачи об освобождении внутриатомной энергии (см. стр. 313).

Закон сохранения веса веществ

Как философский принцип этот закон высказывался ещё учёными древности. Например, древнегреческий философ и врач Эмпедокл в своём трактате «О природе», примерно за 450 лет до н. э., писал: «Безумцы полагают, что может возникнуть что-либо никогда не бывшее или погибнуть, исчезнуть без следа что-либо существующее. Я постараюсь открыть им истину. В природе нет возникновения того, что может умереть, нет полного уничтожения; ничего, кроме смешения и разъединения сочетанного. Только невежды называют это рождением и смертью...»

Нет рождения из ничего и нет уничтожения в ничто, есть только постоянные превращения четырёх вечных элементов — огня, воздуха, воды и земли — под влиянием смены противоположных сил — любви и ненависти».

Эти же мысли лежат в основе атомистического учения греческого философа-материалиста Демокрита (конец V и начало IV в.

до н. э.). Аристотель писал, что материя не происходит из ничего, не подлежит умножению или уменьшению, не создаётся и не исчезает, но лишь изменяется. Многие другие философы древности пользуются этими же положениями, например Эпикур (вторая половина IV и начало III в. до н. э.).

Это учение излагается в поэме римского поэта-учёного Лукреция Кара «О природе вещей», написанной около 50 г. до н. э. (см. стр. 203).

Египетские и арабские алхимики пользовались весами при химических работах, но не систематически.

Парацельс, рекомендуя весы и взвешивание при химических опытах, говорит, что «вес не обманывает».

Френсис Бэкон в 1620 г. пишет: «... ничто из ничего не делается, ничто не уничтожается. Истинное количество вещества, или полная его сумма, остаётся постоянной, не увеличиваясь и не уменьшаясь».

Около 1630 г. французский учёный Жан Рей писал: «Весомость так тесно связана с первичной материей простых веществ (элементов), что при превращениях одних веществ в другие они сохраняют всегда один и тот же вес». Работы Рея были известны Лавуазье.

Ван-Гельмонт (1577—1644) говорил, что «вещество ничего не теряет, но только принимает другую форму».

Подобных высказываний в сочинениях химиков и физиков прошлого есть немало. Однако опытное подтверждение закона сохранения веса вещества было дано только трудами Ломоносова и затем Лавуазье.

Ломоносов впервые высказал этот закон в письме к Эйлеру (на латинском языке) 5 июля 1748 г. Затем, после проведения в 1756 г. опытов по окислению металлов, по-русски опубликовал его в 1760 г. в своём «Рассуждении о твёрдости и жидкости тел»:

«... Все перемены, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимется, столько присовокупится к другому. Так, ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте...»¹.

Лавуазье на основе своих опытов по кипячению воды в стеклянном сосуде в 1770 г. пришёл к мысли о неизменности общего веса участвующих в химическом процессе веществ. Формулировку закона и результаты опытов он приводит в своём «Элементарном курсе химии», вышедшем в 1789 году.

«Ничто не творится ни в искусственных процессах, ни в природных, и можно выставить положение, что при всякой операции имеется одинаковое количество материи до и после операции, что качество и количество начал те же самые, что произошли лишь изменения, перемены».

Закон сохранения веса вещества особенно основательно был проверен опытным путём Ландольтом (в период 1890—1910 гг.). В пределах точности взвешивания (до 0,00001 г) ни для одной химической реакции Ландольт не нашёл изменения общего веса взятых и получившихся в результате реакции новых тел.

По новейшим воззрениям закон сохранения веса является законом приближённым, так как согласно закону эквивалентности массы и энергии (см. стр. 311) всякому изменению энергии при химических реакциях соответствует некоторое изменение массы вещества, но при обычных реакциях это изменение массы ничтожно и лежит за преде-

¹ Содди Фр., Радий и строение атома, Гиз.

¹ Б. Н. Меншуткин, Труды М. В. Ломоносова по физике и химии, 1936, стр. 253.

лами чувствительности современных приборов для измерения массы. Поэтому практически закон сохранения веса полностью сохраняет свою силу при всех обычных химических превращениях.

Воздух

Вес 1 л сухого воздуха при нормальных условиях 1,293 г.

Вес 22,4 л воздуха при нормальных условиях (объем 1 граммолекулы газов) = 28,96 г.

Плотность любого газа по воздуху определяется путём деления молекулярного веса газа на 28,96.

Состав сухого воздуха на уровне моря (в %)

	N ₂	O ₂	CO ₂	H ₂	Ar	Ne	He	Kr	Xe
По объёму	78,03	20,99	0,03	0,01	0,933	0,00161	0,00046	0,00011	0,000008
По весу	75,6	23,1	0,046	0,0007	1,286	0,00012	0,00007	0,0003	0,00004

Состав воздуха на различной высоте (в %)¹

Высота км	N ₂	O ₂	H ₂ O	Ar	CO ₂	H ₂	He	Общее давление
0	77,08	20,75	1,20	0,93	0,03	0,01		760
5	77,89	20,95	0,18	0,94	0,03	0,01		405,0
15	79,52	19,66	0,01	0,77	0,02	0,02		89,7
20	81,24	18,10	0,02	0,59	0,01	0,04		40,99
30	84,26	15,18	0,03	0,35	0,01	1,16	0,01	8,63

Эти данные расчётные. Практически вследствие перемешивания воздуха до высоты 15—16 км его состав остаётся таким же, и только на высоте 18—20 км замечается небольшое изменение состава воздуха (понижение процента O₂).

Существующая теория о том, что самые верхние слои атмосферы состоят главным образом из водорода, пока не подтверждена экспериментально.

В настоящее время предполагается получить данные о составе верхних слоёв атмосферы (150—200 км) с помощью ракетных снарядов типа немецких летающих бомб «Фау-2», применявшихся немцами во время войны 1941—1945 гг. для обстрела Лондона с расстояния свыше 300 км.

Исторические сведения. В древности воздух считался элементарным веществом (см. стр. 195). Указание на то, что воздух является смесью газов, впервые встречается у китайца Мао-Хоа (VIII в.), а из европейцев — у Леонардо да Винчи (конец XV в.). Это мнение было подтверждено опытным путём лишь к концу XVIII в. (Шееле, Пристли, Лавуазье).

Состав воздуха. Первый полёт на воздушном шаре специально для исследования атмосферы был совершён в 1784 г. английским учёным Джефри совместно с французским пилотом Бланшаром. Более строго поставленные исследования атмосферы были произведены Гей-Люссаком и Био, которые летом 1804 г. сообщая предприняли полёт. По сделанным анализам оказалось, что воздух на достигнутой ими высоте имеет тот же состав, что и внизу. Затем Гей-Люссак совместно с А. Гумбольдтом произвёл много анализов воздуха разных стран: содержание азота и кислорода оказалось почти совершенно неизменным.

CO₂ в воздухе. Атмосфера содержит в виде CO₂ около 600 млрд. т углерода. Содержание CO₂ в воздухе за последние 100 лет не изменилось. Некоторые косвенные доказательства заставляют думать, что в предшествовавшие геологические эпохи его содержание было выше.

CO₂ и пары воды являются защитными экранами против излучения землёй тепла в мировое пространство. Исчезновение CO₂ и паров воды из атмосферы вызвало бы, по Аррениусу, понижение температуры на земном шаре на 42°; увеличение их содержания вдвое увеличило бы температуру на 4°. Этого было бы достаточно, чтобы на широте Москвы создался климат Крыма.

Инертные газы. В 1785 г. Кавендиш, пропуская электрические разряды через смесь азота и кислорода и поглощая образующиеся окислы азота щёлочью, а избыток кислорода раствором серной печени, заметил небольшой остаток непоглощаемого газа.

29 сентября 1892 г. в английском журнале «Природа» физик Релей писал, что по его исследованиям вес 1 л атмосферного азота равен 1,2521 г, а вес 1 л азота, полученного химическим путём, 1,2505 г, и прибавил, что он будет «признателен, если кто-либо из читателей сможет указать причину этой разницы». Письмом заинтересовался В. Рамзай и сделал смелое предположение, что причина заключается в неизвестном более тяжёлом газе, примешанном к атмосферному азоту. В августе 1894 г. Релей и Рамзай сообщили об открытии аргона (Релей работал по способу Кавендиша, Рамзай поглощал азот раскалёнными Mg и Ca).

Кроме того, Ar найден и в дождевой воде (он растворяется в воде лучше, чем азот).

18 августа 1868 г. французский астроном Жансен, наблюдая полное солнечное затмение, установил наличие на солнце нового элемента гелия. В октябре того же года английский астроном Локайер сделал тот же вывод (независимо от Жансена), наблюдая спектр протуберанцев.

В 1895 г. Рамзай открыл в газах, выделяющихся из минерала клевеита, гелий.

В 1897 г. Рамзай предсказал существование других инертных газов, а в 1898 г. совместно с Траверсом получил неон, криптон и ксенон, подвергая медленно испарению большие количества жидкого воздуха.

Содержание инертных газов в воздухе — см. таблицу на стр. 200. Если бы можно было видеть молекулы газов, входящих в состав воздуха, и если бы они проходили по одной в секунду, то молекула аргона была бы видна раз в 2 минуты, молекула неона раз в 20 часов, молекула гелия раз в 2,5 суток, молекула криптона раз в 7 месяцев, а молекула ксенона раз в 5—6 лет.

Применение инертных газов. После открытия гелия Рамзаем в лондонском журнале «Панч» была помещена карикатура,

¹ Техническая энциклопедия, изд. 2-е, т. IV, стр. 233.

где гелий, изображённый в виде жителя солнца, восклицал: «Ну, наконец-то они нашли меня и на земле! Это длилось достаточно долго! Сколько времени пройдёт, пока они догадаются, что со мной делать?»

В 1914 г. германский дирижабль был атакован английскими самолётами, обстрелян зенитной артиллерией и пробит во многих местах зажигательными снарядами. К крайнему удивлению англичан дирижабль не загорелся и смог благополучно уйти. Он был наполнен гелием, добытым из монацитов, запасы которых были сделаны ещё в мирное время (монацит — минерал, содержащий фосфорнокислые соединения тория и редкоземельных элементов). Первый гелиевый завод в Америке, добывающий гелий из природных газов, был пущен в марте 1918 г. Общая мощность гелиевых заводов США достигает 1 млн. м³ в год.

Вес 1 м³ воздуха 1,293 кг, вес 1 м³ гелия 0,178 кг.

Подъёмная сила гелия (разница между весом равных объёмов воздуха и газа) лишь на 8% меньше, чем у водорода: для водорода 1,203 кг/м³, для гелия 1,115 кг/м³.

Продувка гелием расплавленных металлов устраняет образование газовых пузырей, пустот и раковин в отливках. Гелиевая атмосфера незаменима для хранения взрывчатых веществ и легко портящихся на воздухе ценных пищевых продуктов. При замене азота гелием в воздухе, подаваемом для дыхания кессонным рабочим и водолазам, кессонная болезнь не наступает (гелий хуже растворяется в крови и легче выделяется из неё, чем азот), дышать в такой атмосфере легче, водолазы могут опускаться на значительно большую глубину. В медицине смесь гелия и кислорода как более лёгкая, чем воздух, даётся для дыхания астматикам и больным.

Неоновые лампы особого устройства применяются для записи звука на плёнку. С 1936 г. такие лампы выпускаются в СССР.

Полуваттные лампы, наполненные криптоном или ксеноном, гораздо долговечнее лампы, наполненных аргоном; кроме того, они требуют меньшего количества электрической энергии для накача нити, так как криптон и ксенон хуже проводят тепло.

Твёрдые частицы в воздухе. В Лондоне на каждого жителя приходится в год столько сажи, сколько весит он сам.

Из 40,5 млн. т угля, сжигаемого ежегодно в Англии для домашних надобностей, в виде дыма теряется около 2,5 млн. т.

В Ленинграде 1 л талой воды из свежеснежавшего снега содержит 5,6 г твёрдых осадков.

Значительное количество пыли и дымовых частиц в воздухе Ленинграда вызывает снижение естественной освещённости и большое количество туманных дней. На улицы Лондона зимой попадает лишь 52% того количества света, которое попадает на улицы местечка Кью, расположенного в 15 км от Лондона.

«Частицы пыли в атмосфере служат ядрами, на которых могут образоваться дождевые капельки. Без них из насыщенного водяным паром воздуха влага осаждалась бы на строениях, деревьях и даже — неприятно и подумать — на нас самих, вместо того чтобы образовывать капли в воздухе. При таких обстоятельствах был бы бесполезен и зонтик»¹.

Озон в атмосфере. Оз — чрезвычайно важная составная часть воздуха. Основная масса озона сосредоточена на высотах от 18 до 22 км. Если бы весь атмосферный озон можно было придавить к по-

верхности земли (под атмосферным давлением), то он образовал бы слой всего в 2,5–3 мм. Тем не менее роль его огромна: слой озона непроницаем для коротковолновых ультрафиолетовых лучей и поэтому является экраном, защищающим жизнь на земле от чрезмерно сильного действия этих лучей, посылаемых в изобилии солнцем. Если бы озон внезапно исчез, жизнь на поверхности земли была бы быстро уничтожена коротковолновыми ультрафиолетовыми лучами.

Воздух как химическое сырьё

Воздух	→ Азот — > синтез аммиака —> азотная кислота —> азотные удобрения, взрывчатые вещества, нитроцеллюлозы, лаки, пластмассы и др.
	→ Кислород —> автогенная сварка и резка, кислородное дутьё (в домнах), химические синтезы (окисление и др.).
	→ Инертные газы. В химической промышленности инертные газы и ценны вследствие своей химической пассивности не используются.

Атомно-молекулярное учение

Исторические сведения. Основы философии атомизма развили Левкипп (V в. до н. э.) и его последователь и продолжатель Демокрит (V–IV в. до н. э.). Согласно их представлениям, вещество состоит из бесконечного множества неделимых атомов, отличающихся по форме, величине и порядку сочетания: атомы вечны и неизменны, им от века присуще движение. Все вещи возникают и уничтожаются в силу соединения и разъединения атомов. Учение это было принято Эпикуром (IV–III в. до н. э.).

Римский поэт-учёный Лукреций Кар в своей поэме «О природе вещей» (около 50-го года н. э.) изложил в стихотворной форме материалистическое учение Демокрита и Эпикура о явлениях природы. Основная идея поэмы состоит в допущении объективного существования мельчайших неделимых и неуничтожаемых частиц материи различного рода. Сочетания и движение этих частиц обуславливают всю сложность явлений природы. Некоторые места этой поэмы представляют большой интерес и в наши дни. Даём некоторые выдержки из поэмы (подзаголовки наши. — П. К.).

ОБ ОСНОВНОМ ЗАКОНЕ ПРИРОДЫ: «ИЗ НИЧЕГО НЕ РОДИТСЯ НИЧТО»

За основание тут¹ мы берём основание такое:

Из ничего не творится ничто по божественной воле.

И оттого только страх всех смертных объёмлет, что много

Видят явлений они на земле и на небе иередко,

Которых причины никак усмотреть и понять не умеют

И плагают, что всё это божьим велением творится.

Если же будем мы знать, что ничто не способно возникнуть

Из ничего, то тогда мы гораздо яснее увидим

Наших заданных предмет: и откуда являются вещи,

И каким образом всё происходит без помощи свыше,

¹ Т. П. М., Введение в химию, МПН, 1935, стр. 93.

¹ При изучении явлений природы. П. К.

Из ничего, словом, должно признать, ничего не родится.
Надо добавить ещё: на тела основные природы
Всё разлагает опять и в ничто ничего не приводит.

О ПРЕДЕЛЕ ДЕЛИМОСТИ ВЕЩЕСТВА

Далее, так как есть предельная некая точка
Тела того, что уже недоступно для нашего чувства,
То, несомненно, она совсем не делима на части,
Будучи меньше всего по природе своей.
... Тебе остаётся признать неизбежно
Существование того, что совсем неделимо, являясь
По существу наименьшим. А если оно существует,
Должно признать, что тела изначальные плотны и вечны.

О ХАОТИЧЕСКОМ ДВИЖЕНИИ ЧАСТИЦ

В пустоте находясь и витая по ней, неизбежно
Первоначала вещей уносятся собственным весом
Или толчками других. И часто, в движении столкнувшись
Вместе, одни от других они в сторону прыдают сразу.
И удивляться нельзя: ведь они в высшей степени крепки,
Плотны и вески, и вспять отскочить им ничто не мешает.
... Телам изначальным, конечно,
Всё покоя нигде не дано в пустоте необъятной.
Наоборот: непрерывно гонимые разным движеньем,
Частью далеко они отлетают, столкнувшись друг с другом,
Частью ж расходятся врозь на короткие лишь расстоянья...

О НЕУНИЧТОЖАЕМОСТИ ПЕРВИЧНЫХ ЧАСТИЦ («НАЧАЛ»)

... Здесь мы в немногих стихах истолкуем,
Что существуют такие тела, что и прочны и вечны:
Это — вещей семена и начала в учении нашем,
То, из чего получился весь мир, существующий ныне.
Эти тела ни от внешних толчков разлагаться не могут,
Ни, изнутри чем-нибудь поражённые, врозь распасться,
Ни от воздействия силы нной уничтожиться вовсе.

Я доказал, что ничто созидаться не может
Из ничего, и всё то, что родилось, в ничто обращаться;
Первоначалам должно быть присуще бессмертное тело,
Чтобы все вещи могли при кончине на них разлагаться
И не иссяк бы запас вещества для вещей возрождения.

О ЯВЛЕНИЯХ, СЛАГАЕМЫХ ИЗ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПРОЦЕССОВ

Здесь не должно вызывать удивленья в тебе, что в то время,
Как обретаются все в движении первоначала,
Их совокупность для нас пребывает в полнейшем покое,
Если того не считать, что движется собственным телом,
Ибо лежит далеко за пределами нашего чувства
Вся природа начал. Поэтому, раз недоступны
Нашему зренью они, то от нас и движенья их скрыты
Даже и то, ведь, что мы способны увидеть, скрывает

Часто движенья свои на далёком от нас расстоянии!
Часто по склону холма густорунные овцы пасутся,
Медленно идя туда, куда их на пастбище тучном
Свежая манит трава, сверкая алмазной росой;
Сытые прыгают там и резвятся, бодаясь, ягнята.
Всё это издали нам представляется слившимся вместе
Будто бы белым пятном, неподвижным на склоне зелёном.

О ДВИЖЕНИИ МЕЛКИХ ЧАСТИЦ ПОД ВЛИЯНИЕМ УДАРОВ ЕЩЁ БОЛЕЕ МЕЛКИХ ЧАСТИЦ

Вот посмотри: всякий раз, когда солнечный свет проникает
В наши жилища и мрак прорезает своими лучами,
Множество маленьких тел в пустоте ты увидишь; мелькая,
Мечутся взад и вперёд в лучистом сиянии света;
Будто бы в вечной борьбе они бьются в сраженьях и битвах,
В схватки бросаются вдруг по отрядам, не зная покоя,
Или сходясь, или врозь непрерывно опять разлетаясь.
Можешь из этого ты уяснить себе, как неустанно
Первоначала вещей в пустоте необъятной мнутся.
Так о великих вещах помогают составить понятие
Малые вещи, пути намечая для их постиженья.
Кроме того, потому обратись тебе надо вниманье
На суматоху в телах, мелькающих в солнечном свете,
Что из неё познаешь ты материи также движенья,
Происходящие в ней потаённо и скрытно от взора.
Ибо увидишь ты там, как много пылинок меняют
Путь свой от скрытых толчков и опять отлетают обратно,
Всюду туда и сюда разбегаясь во всех направлениях.
Знай же: идёт от начал всеобщее это блужданье.
Первоначала вещей сначала движутся сами;
Следом за ними тела из малейшего их сочетанья,
Близкие, как бы сказать, по силам к началам первичным,
Скрыто от них получая толчки, начинают стремиться
Сами, к движенью затем понуждая тела покрупнее.
Так, исходя от начал, движение мало-помалу
Наших касается чувств и становится видимым также
Нам и в пылинках оно, что движется в солнечном свете,
Хоть незаметны толчки, от которых оно происходит.

В средние века атомистическая теория была осуждена «отцами церкви» (блаженный Августин, IV—V в.), как находящаяся в противоречии с догматами церкви.

В XV и XVI вв. атомистическая теория возродилась под именем «корпускулярной».

Джордано Бруно (сожжённый инквизицией на костре в 1600 г.) выступал открыто с учением об атомах. Но церковь и реакционеры снова ополчились на науку. В 1626 г. Парижский парламент издал декрет, запрещавший под страхом смерти заниматься корпускулярной теорией.

Учение об атомах и молекулах чётко высказал Ломоносов: «Элемент есть часть тела, не состоящая из каких-либо других меньших тел и различных между собою. Корпускула — собрание элементов в одну незначительную массу. Корпускулы однородны, если состоят из одинакового числа одних и тех же элементов, взаимно соединённых

одинаковым образом. Корпускулы разнородны, когда элементы их различны и соединены различным образом или в различном числе. От этого зависит бесконечное разнообразие тел»¹.

Дальгои сделал первый публичный доклад о своей атомной теории 20 октября 1803 г. в Манчестере, весной 1807 г. прочёл о ней ряд лекций в Шотландии, а в 1808 г. опубликовал её в «Новой системе химической философии».

По Дальтону: «Все тела чувствительной величины, жидкие или твёрдые, состоят из громадного числа весьма малых частичек, или атомов, вещества, связанных силою притяжения».

«Последние частички всех однородных тел совершенно одинаковы по весу, виду и т. д.».

«Химический анализ не идёт дальше разделения последних частичек друг от друга и их обратного соединения»².

Энгельс о Дальтоне: «В химии новая эпоха начинается с атомистики (потому не Лавуазье, а Дальтон — отец современной химии)...»³.

Ленин о существовании атомов и молекул: «...вся совокупность научных данных не оставляет места для сомнений в существовании атомов и молекул»⁴.

Чувствительность различных приёмов и методов для обнаружения небольших количеств веществ

Приём, метод	Количество обнаруживаемого вещества	
	в граммах	приблизительное число молекул
Взвешивание на аналитических весах	$10^{-4} - 10^{-5}$	$10^{17} - 10^{18}$
Взвешивание на микровесах	10^{-6}	10^{16}
По окрашиванию	$10^{-8} - 10^{-9}$	$10^{14} - 10^{13}$
По запаху (меркаптаны)	$10^{-11} - 10^{-12}$	$10^{11} - 10^{10}$
Спектральный анализ	$10^{-9} - 10^{-10}$	$10^{13} - 10^{12}$
Радиоактивность	$10^{-15} - 10^{-16}$	$10^7 - 10^6$
Ультрамикроскоп	$10^{-17} - 10^{-18}$	$10^5 - 10^4$

Камера Вильсона позволяет обнаружить путь отдельной заряженной частицы. (Принцип действия — конденсация пересыщенных паров воды по пути летящей заряженной частицы.)

Спинтарископ позволяет наблюдать действие отдельных частиц (свечение фосфоресцирующего экрана при ударе в него α -частиц).

Счётчик Гейгера (ионизационная камера) отмечает попадание отдельных заряженных частиц в камеру.

Электронный микроскоп⁵ — принципиально новый тип

микроскопа, находящийся в стадии разработки, позволяет уже сейчас достигать увеличений до 500 000 раз.

«В настоящее время разработаны разнообразные модели электронных микроскопов — советские, американские, французские, английские...»

За последние годы при помощи электронного микроскопа разглядели многое, что оставалось ранее будто бы «принципиально» недоступным. Вирусы, которые не удавалось разглядеть в обычные микроскопы, оказались ясно видимыми в электронный микроскоп. Есть сведения о наблюдении общих контуров отдельных больших молекул.

Можно ли надеяться увидеть детально строение молекул? Для этого понадобилось бы молекулу «заморозить», остановить колебательное движение её атомов и её вращение как целое. Это достижимо до известной степени только при приближении к абсолютному нулю температуры.

Возможно, что при помощи электронного микроскопа в недалёком будущем удастся наблюдать, «видеть» не только молекулы, но и атомы¹.

Получены первые микрофотографии больших молекул белковых соединений (гемоцианина, размер около $2 \cdot 10^{-6}$ см)².

Число Авогадро, определённое различными методами

Метод	
Голубой цвет неба	$6,04 \cdot 10^{23}$
Теория излучения	$6,05 \cdot 10^{23}$
Распределение частиц по высоте	$6,05 \cdot 10^{23}$
Электрические заряды частиц	$6,06 \cdot 10^{23}$
Радиоактивные явления	$6,04 \cdot 10^{23}$
Структура спектральных линий	$6,08 \cdot 10^{23}$
Строение кристаллов	$6,04 \cdot 10^{23}$
Поверхностное натяжение растворов	$6,00 \cdot 10^{23}$
Наиболее вероятное значение	$6,02 \cdot 10^{23}$

Скорость движения молекул в газах, длина свободного пути и диаметры молекул газов

Обозначения: u — средняя арифметическая скорость при 0° в см/сек;
 L — средняя длина свободного пробега при 0° C и 760 мм ртутного столба в ангстремах;
 f — диаметр молекулы в ангстремах.

Вещества	u	L	f	Вещества	u	L	f
Азот . . .	45 430	599	3,1	Бензол (100°)	27 220	138	4,1
Аммиак . .	58 270	441	—	Водород . .	169 200	1123	2,3
Аргон . . .	38 080	635	2,8	Водяной пар	56 650	404	2,6
Ацетон (100°)	31 560	163	3,8	Гелий . . .	120 400	1738	1,9

¹ Из статьи Президента Академии наук СССР акад. С. И. Вавилова, «Правда» 15 сентября 1946 г.

² Ильяш, Электронный сверхмикроскоп и первые фотографии молекул, «Успехи химии», 1940 г., вып. 3-й, стр. 522.

¹ Б. Н. Меншуткин, Труды М. В. Ломоносова по физике и химии, 1936, стр. 48—49.

² Б. Н. Меншуткин, Курс общей химии, 1933, стр. 35.

³ Энгельс, Диалектика природы, 1936, стр. 113.

⁴ Ленин, Материализм и эмпириокритицизм, Собр. соч., т. XIII, стр. 226.

⁵ Об электронном микроскопе см. Зернов, Электронная оптика и её применения, журн. «Успехи физических наук», 1939, вып. 3-й, стр. 162.

Вещества	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>f</i>	Вещества	<i>u</i>	<i>L</i>	<i>f</i>
Иод	151 500	—	—	Сероводород	41 190	375	—
Захись азота	36 250	387	3,2	Сероуглерод	27 560	201	—
Кислород . .	42 510	647	2,9	Углекислота	36 250	397	3,2
Криптои . . .	26 410	487	3,2	Хлор	28 560	287	3,6
Ксенон	21 080	350	3,5	Хлористый			
Метан	60 060	493	—	водород . .	39 820	433	2,9
Неон	53 510	1258	2,3	Этиловый			
Окись азота	43 900	570	2,9	спирт (100°)	35 440	215	3,6
Окись угле-				эфир (100°)	27 900	156	4,8
рода	45 450	584	3,2				
Ртуть (300°)	17 000	217	3,6				
Сернистый							
газ	30 040	290	—				

Галогены

Главнейшие свойства галогенов

	<i>F</i>	<i>Cl</i>	<i>Br</i>	<i>J</i>
Порядковый номер	9	17	35	53
Атомный вес	19,00	35,457	79,916	126,92
Агрегатное состояние при обычных условиях, цвет	газ бледно-зеленовато-жёлтый	газ жёлто-зелёный	жидкость красно-коричневая	твёрдое тело, чёрное с металлическим блеском
Температура плавления	—223°	—101,5°	—7,3°	+113,7°
Температура кипения	—188°	—33,8°	+58,7°	+184,35°
Соединения с водородом	HF ¹ — температура плавления —92,3°; температура кипения +19,5°	HCl — температура плавления —114°; температура кипения —85°	HBr — температура плавления —86°; температура кипения —68,7°	HJ — температура плавления —50,8°; температура кипения —35,7°
Соединения с кислородом	F ₂ O — бесцветный газ	Cl ₂ O — жёлтобурый газ; температура кипения +3,8°	Br ₂ O — тяжёлая жидкость	

¹ Молекулы HF склонны к ассоциации; при температурах, близких к температуре кипения, газообразный фтористый водород имеет состав (HF)_n; при повышении температуры это соединение диссоциирует на более простые молекулы; выше 90° фтористый водород практически состоит только из неассоциированных молекул HF.

	<i>F</i>	<i>Cl</i>	<i>Br</i>	<i>J</i>
Кислоты		ClO ₂ — зелено-жёлтый газ; температура кипения +10° Cl ₂ O ₇ — жидкость бесцветная HClO — хлорноватистая; HClO ₂ — хлористая. HClO ₃ — хлорноватая HClO ₄ — хлорная	HBrO — бромноватистая; HBrO ₃ — бромноватая	J ₂ O ₅ — белое кристаллическое вещество HJO — иодноватистая; HJO ₃ — иодноватая; HJO ₄ — иодная

Хлор

Исторические сведения. Шееле в 1774 г. получил хлор действием HCl на MnO₂ и изучил его свойства. Однако элементарная природа хлора была установлена значительно позже. Бертолле предположил, что этот газ представляет соединение «окиси мурия»¹ с кислородом и поэтому назвал его «окисленной муриевой кислотой», или «оксимуриевой кислотой».

Г. Дэви, произведя ряд опытов, высказался в 1810 г. за элементарную природу хлора: «Я утверждаю то, что я видел и что я нашёл. В окиси соляной кислоты должен быть кислород, но я не нашёл ничего подобного».

Знаменитый Берцелиус долго ещё не соглашался признать элементарную природу хлора, но, наконец, сдался и он:

«Однажды, когда Анна (сотрудница лаборатории), моя посуда, заметила, что она сильно пахнет оксимурисовой кислотой, Берцелиус сказал: «Послушайте, Анна, вы не должны больше говорить «оксимуриевая кислота». Говорите «хлор», так будет лучше» (Ф. Вёлер).

С жижицией хлора. Во время опытов Фарадея по сжижению хлора (1823 г.) в лабораторию вошёл доктор Пэрис, приятель Дэви. Заметив в трубке, где сгущался хлор, жёлтые маслянистые капли, он пренебрежительно заметил, что, повидимому, Фарадей плохо вымыл посуду перед опытом.

После его ухода Фарадей закончил опыт. На другое утро Пэрис получил записку:

«Сэр! Маслянистая жидкость, которую Вы вчера интересовались, оказалась жидким хлором.

Преданный Вам М. Фарадей».

¹ Лавуазье рассматривал хлористый водород, как окись не известного ещё элемента «мурия».

Хранение и транспорт жидкого хлора. Тарой для жидкого хлора служат стальные баллоны (см. стр. 114), стальные бочки (на 500 и 1000 кг) и железнодорожные цистерны. На каждый литр ёмкости тары допускается наполнение не более 1,25 кг жидкого хлора.

Отравляющие вещества. За 400 лет до н. э. спартанцы в войне с афинянами жгли серу и смолу с целью отравить противника. Когда римляне, осаждавшие (за 200 лет до н. э.) греческий город Амбракию, попытались проникнуть в город через подземные ходы, они попали в созданную жителями дымовую атмосферу и вынуждены были отступить.

В 1532 г. в бою на реке Ориноко индейцы бросали на жаровни с горящими углями перец, ветер относил едкие пары к испанцам и заставлял последних отступать.

Леонардо Фиоравенти в сборнике «Секрет секретов» (1600 г.) рекомендует зловонное масло для снарядов, отравляющих воздух, получаемое перегонкой смеси скипидара, серы, асфальтита (резко пахнущий смолистый сок, выделяющийся из корней некоторых растений, произрастающих в Средней Азии), человеческих экскрементов, крови и т. д.

Глаубер предлагал особые гранаты для образования дымовых завес и выкуривания неприятеля, а также самовозгорающиеся смеси из азотной кислоты и скипидара.

В 1850 г. французский генерал Пелисье удушил дымом целое племя кабиллов.

В 1854 г. английскому военному министерству был представлен проект наполнения снарядов окисью кадодила.

В 1855 г. во время осады Севастополя английский адмирал Дэндральд предложил выкуривать русских сжиганием серы с каменным углем.

Во время наполеоновских войн существовал проект артиллерийских снарядов с синильной кислотой.

Однако лишь в первую мировую войну 1914—1918 гг. химическое оружие получило широкое распространение в связи с мощным развитием химической промышленности. Первым боевым ОВ был хлор. 22 апреля 1915 г. немцами была произведена первая газовая атака хлором позиций, занятых алжирской дивизией французской армии. Неожиданность и эффективность этого средства борьбы произвела в то время огромное впечатление. Потери в рядах алжирской дивизии были огромны, войска охватила паника. Положение было близко к катастрофе. Однако шаблонно мыслящее немецкое командование не сумело использовать громадного эффекта внезапности нового средства войны; это дало возможность союзным английским и французским войскам выправить положение. Вскоре (31 мая 1915 г.) немцы произвели газовую атаку и на русском фронте в районе Болимова. На этот раз они стремились полностью использовать своё преимущество. Русские войска тогда ещё не были снабжены противогазами. Тем не менее они не поддались панике и, несмотря на большие потери, отбили пять последовательных атак немецкой пехоты и удержали свои позиции. Первые маски — «рыльце» — состояли из нескольких слоёв марли, смоченной раствором гипосульфита и соды (последняя нужна для связывания выделяющегося SO_2) (Фигуровский Н. А., Очерк развития русского противогаза во время войны 1914—1918 гг., изд. 1942 г.).

Общее количество ОВ, применённых во время мировой войны 1914—1918 гг., составляет около 150—200 тыс. т.

Большая часть боевых отравляющих веществ периода войны 1914—1918 гг. имела в своём составе хлор.

Удушающие ОВ

Хлорпикрин
 CCl_3NO_2

Бесцветная жидкость, удельный вес 1,69; температура кипения 113° . Смертельная концентрация— 800 мг/м^3 (20—30 мин.). Действует также и как лакриматор.

Фосген (хлорангидрид угольной кислоты)
 COCl_2

Бесцветен, температура кипения $+8^\circ$, удельный вес газа по воздуху 3,5. Обладает запахом прелого сена. Смертельная концентрация— 500 мг/м^3 (5—10 мин.).

Дифосген или сюрпалит (трихлорметилэфир хлоругольной кислоты)
 $\text{Cl}-\text{COO}-\text{CCl}_3$

Бесцветная жидкость с раздражающим запахом, удельный вес 1,65; температура кипения $125-128^\circ$. Смертельная концентрация— 500 мг/м^3 (5—10 мин.).

ОВ кожно-нарывного действия

Иприт (дихлордиэтилсульфид—горчичный газ)
 $(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl})_2\text{S}$

В чистом виде желтоватая (в неочищенном — бурая) маслянистая жидкость, удельный вес 1,36; температура кипения 216° ; обладает запахом горчичи и чеснока. При насыщении воздуха парами иприта в 1 м^3 воздуха содержится при 15° 401 мг иприта, при 25° —958 мг, при 35° —2135 мг. Поражение человека происходит как капельно-жидким, так и парообразным ипритом. Поражение глаз достигается при концентрации иприта $0,5 \text{ мг/м}^3$ в течение 10 мин. Тяжёлые поражения органов дыхания — при концентрации 7 мг/м^3 в течение 50—60 мин. Смертельная концентрация — свыше 70 мг/м^3 в течение 30 мин. Стойкое ОВ.

Люзит (смесь нескольких арсинов):

Желтовато-бурый (неочищенный) жидкий с запахом герани. При насыщении воздуха парами люизита при 40° в 1 м^3 воздуха содержится 15,6 г люизита. Подобно иприту, люзит действует как в виде паров, так и в виде жидкости. В парообразном состоянии поражает кожу человека при концентрации от 335 мг в 1 м^3 воздуха.

Хлорвинилдихлорарсин
 $\text{ClCH}=\text{CHAsCl}_2$

Температура кипения 190° , удельный вес 1,9.

* При употреблении жидких веществ при обычной температуре наивысшая концентрация паров ОВ в воздухе определяется упругостью паров вещества при данной температуре.

При распылении вещества в виде тумана или дыма может быть достигнута концентрация ОВ в воздухе больше того предела, который определяется упругостью паров этого вещества.

дихлорвинилхлорарсин
($\text{ClCH}=\text{CH}$)₂AsCl
трихлорвиниларсин
($\text{ClCH}=\text{CH}$)₃As

Температура кипения 250°, удельный вес 1,7.

Температура кипения 144° при 15 мм Hg, удельный вес 1,57.

ОВ раздражающего действия

Хлорацетофеноин
 $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CO}\cdot\text{CH}_2\text{Cl}$

В чистом виде — бесцветные кристаллы, температура плавления 54—59°, температура кипения 245°. Раздражающая концентрация 0,3 мг/м³ (см. сноску на стр. 211).

Раздражители дыхательных путей (применяются в виде дымов)

Дифенилхлорарсин
(C_6H_5)₂AsCl
Дифениламинохлорарсин (адамсит)
 $\text{NH}(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$

Желтоватое кристаллическое вещество, температура плавления 40—45°, температура кипения 333°.

В чистом виде — кристаллы жёлтого цвета. Неочищенный продукт — зеленоватого цвета; температура плавления 195°, температура кипения 410° (с разложением).

Иприт. Впервые иприт применён немцами 12 августа 1917 г. под Ипром. За всю войну 1914—1918 гг. было произведено 11 700 т иприта.

По данным американского военного химика Прентиса число поражений при применении ипритных снарядов в 220 раз больше, чем при применении такого же числа обыкновенных артиллерийских снарядов.

В 1936 г. итальянцы применяли иприт при захвате Абиссинии (Эфиопии). Абиссинский негус так описывает действие иприта, распыляемого итальянцами с самолётов, при отсутствии средств защиты у абиссинцев:

«Любое живое существо, задетое этим мелким дождем иприта, падавшим с самолётов, выпившее отравленную воду, съевшее заражённую пищу, переживало страшную боль. Оно бежало, чтобы умереть или в хижине, или в лесной чаще. В стране, которая прельщала красотой своих лугов и деревьев, человеческие руки и языки животных не могли прикоснуться ни к чему, ибо им угрожала смерть. Трупы валялись всюду, в любой чаще, везде, где можно было найти какое-либо убежище... Вскоре этот отвратительный запах окутал всю страну».

Соединения хлора

Хлористый водород и соляная кислота. О соляной кислоте («кислом спирте») впервые упоминает Василий Валентин в конце XV в. и Либавий в 1595 г., но подробное описание её получения из поваренной соли даёт только Глаубер, получивший «соляной спирт» нагреванием влажной соли на раскалённом угле; лучший выход дало нагревание в печи смеси соли, квасцов и железного купороса. В 1648 г. он получил «соляной спирт» действием крепкой серной кислоты на соль.

В 1772 г. Пристлей получил HCl при действии H₂SO₄ на NaCl

В начале XIX в. хлористый водород был досадным отбросом содовой промышленности, который выпускали в трубу, что давало повод к многочисленным жалобам. Растительность в окрестностях заводов гибла. Постройка такого завода в окрестностях Брюсселя привела к тому, что инструменты всех живших вблизи ремесленников стали очень быстро тупиться. Для удаления газа один завод построил трубу в 150 м высотой, но газ не рассеивался в воздухе, особенно в сырую погоду, а тяжёлым облаком опускался на землю. Легкую растворимость газа в воде также нельзя было использовать: если выпускать его водный раствор в реки, то он убил бы там всех рыб. Лишь развитие производства белильной извести спасло положение.

За последние годы всё большее распространение в промышленности получила синтетическая соляная кислота высокой степени чистоты, получаемая путём прямого соединения газообразных водорода и хлора. При этом способе отпадает необходимость в серной кислоте для разложения соли (по старому способу).

Поваренная соль. В «Письмах о химии» Ю. Либих приводит следующую интересную выдержку из одной книги, изданной в 1846 г.:

«Даже у самых диких народов поваренная соль есть предмет необходимости... Во многих землях Африки продают за соль людей, в Галла и на берегах Сиерра-Лионе за соль брат продаёт сестру, муж — жену, родители — детей; в странах Аккры (Золотой Берег) за пригоршню соли получают лучшие товары, золото и двух невольников»¹.

В воде всех морей и океанов содержится около 20 млн. км³ соли. Всю Европейскую часть СССР можно было бы покрыть слоем в 4—5 км этой соли².

Крупнейшие районы добычи соли в СССР:

1. Артёмовско-Славянский (Донбасс) — каменная соль и соляные источники.

2. Астраханский — озёра Баскунчак и Эльтон, гора Чапчачи (80 км на юго-восток от Баскунчака). Последнее месторождение отличается редкой чистотой соли — 99,75% NaCl.

3. Крымский — многочисленные соляные озёра по берегам Чёрного и Азовского морей и по побережью Сиваша.

4. Соликамский район — каменная соль и соляные источники.

Некоторые страны (Норвегия, Голландия, Дания, Швеция, Япония) не имеют на своей территории залежей соли и покрывают свою потребность в ней путём импорта.

Соляные копи Велички. У г. Величка (в 11 км от Кракова, Польша) находятся знаменитые залежи каменной соли большой мощности; добыча соли ведётся там 8—9 веков. Копи представляют собой целый подземный город с разветвлённой железнодорожной сетью, общая протяжённость путей достигает 120 км. Местами в толще соли высечены залы с колоннами, статуями, люстрами, также выполненными из соли.

Современное мировое потребление поваренной соли достигает ежегодно 25—30 млн. т, причём около 60% её идёт непосредственно в пищу и на засолку продуктов. По А. Е. Ферсману каждый человек в год поглощает её до 6—7 кг.

¹ Либих, Письма о химии, 1855, стр. 399.

² Ферсман. Занимательная минералогия, 1937, стр. 182.

Бром

Исторические сведения. Бром был открыт в 1826 г. Баляром при попытках обидаржить иод в маточных рассолах средиземноморских соляных промыслов. «Я ещё сейчас вижу, с каким интересом передавалась из рук в руки по рядам нашими старшими коллегами запечатанная трубочка с образцом нового вещества, открытого в глубокой провинции молодым аптекарским учеником. Это было большим событием», — писал впоследствии Дюма.

Баляр назвал новый элемент «мюридом» (*muria* — *рассол*), но комиссия Французской академии наук предложила название «бром» — *зловонный*.

Количество брома в земной коре не меньше 10^{16} г. Бром и иод гораздо более распространены, в несколько тысяч или десятков тысяч раз более, чем мышьяк, сурьма, селен или серебро, но между тем как число минералов этих последних элементов заходит за пределы ста для каждого из них, оно не больше 16 для брома и иода, причём для брома — только 3—4. Иод и бром находятся в относительно больших количествах в живом веществе, во всех организмах¹.

В 1 м^3 воды из Мёртвого моря содержится 4,8 кг Вг.

Запасы соединений брома в пределах СССР громады. Залив Кара-Богаз-Гол в своих водах содержит большое количество соединений брома. В последнее время налаживается добыча брома из рапы Кара-Богаз-Голского залива.

Соликамский карналлит содержит бром в количестве 0,22—0,34%. При комплексном использовании советского карналлита наряду с другими продуктами получается и бром.

Добыча брома. В царской России бром не добывался, в СССР в 1936 г. добыто 740 т брома.

Перевозка брома. Бром нельзя перевозить и хранить в железной таре, так как он разъедает железо, но его можно «химически укупорить» в железо, переведя в соединение Fe_3Br_8 (содержит около 80% Вг) и в таком виде спокойно пересылать даже в деревянных бочках.

Иод

Исторические сведения. Открыт в 1811 г. французским промышленником Куртуа, заметившим, что при обработке золы морских водорослей излишком серной кислоты выделяется вещество, разлагающее медные сосуды и дающее при нагревании пары прекрасного фиолетового цвета. Химические свойства иода подробно изучены Гей-Люссаком и Дэви.

Количество J в земной коре — порядка 10^{15} г. Количество J в минералах представляет лишь ничтожную долю общего его количества. J находится в больших количествах в живом веществе. Миллионы миллионов тонн J рассеяны в горных породах. Морские губки содержат до 8,5% J. Человек, сжигая каменный уголь, ежегодно вводит в атмосферу многие тысячи тонн J, возвращающегося из атмосферы вновь в живое вещество².

В 1 м^3 воздуха содержится 0,001—0,002 мг J. В горных и глубоко континентальных странах содержание J в воздухе во много раз меньше, чем в приморских.

¹ По В. И. Вернадскому, Очерки геохимии, 1934, стр. 36—37.

² Там же, стр. 36—37.

Биологическое значение иода. Соединения J играют важную роль в регулировании обмена веществ. В организме человека щитовидная железа выделяет тирондин, который содержит иод. Тирондин влияет на качество крови. При кормлении коров иодосодержащими водорослями увеличивался удой молока, у овец быстрее растёт шерсть. Имеются указания на увеличение урожайности растений при внесении в почву небольших количеств соединений иода.

Добыча иода. В СССР главным источником для получения иода служат воды буровых нефтяных скважин. СССР явился первой страной, организовавшей заводское производство иода из буровых вод. На ввоз иода в СССР раньше тратилось 1,5—1,8 млн. руб. золотом. Теперь СССР окончательно освободился от импорта иода.

Фтор

Исторические сведения. Получение свободного фтора считалось одно время «самой трудной задачей неорганической химии». Когда в 1886 г. Муассан доложил о своём достижении Парижской академии наук, последняя назначила комиссию из выдающихся химиков для проверки открытия. В назначенный день академики собрались, Муассан приступил к опыту, и... последний не удаётся — фтор не получается. Академики удалились, а Муассан со своим помощником начали искать причины неудачи опыта. Припоминая обстоятельства подготовки опытов, они вспомнили, что, подготавливая опыт в присутствии академиков, тщательно вымыли посуду, чего не было перед опытом удачным, когда в посуде могли оставаться следы фтористого калия. Муассан подбавил в жидкий фтористый водород фтористого калия, пропустил ток, и свободный фтор получился.

Почвы всегда содержат фтор, хотя и в незначительном количестве. Из почвы он попадает в растения. Например, зола берёзовых листьев содержит около 0,1% F. В злаках и травах фтора во всяком случае не меньше. Вместе с растительной пищей фтор попадает в животный организм, где он входит в состав зубной эмали. Зубы плотоядных животных, как, например, собаки, содержат около 0,3% фтора.

При небольшом содержании фтора в питьевых водах (обычное содержание — $2 \cdot 10^{-5}\%$) у людей и животных наблюдается заболевание — крапчатость эмали зубов. Такое заболевание распространено в районах фторапатитовых месторождений, в вулканических местностях и при пользовании некоторыми минерализованными водами.

Новые применения соединений фтора. Безводный фтористый водород оказался очень хорошим катализатором для процессов, связанных с получением высокооктанового синтетического горючего (см. стр. 276).

В связи с тем, что производство синтетического бензина получило за последнее время сильное развитие (особенно в США), фтористый водород из малоупотребительного препарата превратился в технический продукт, производящийся в заводском масштабе.

Фреоны — фторпроизводные метана и других углеводородов — применяются как хладагенты для холодильных установок и в качестве незамерзающих жидкостей для охлаждения двигателей. Наиболее известный и применяемый фреон 12 — дифтордихлорметан — CCl_2F_2 .

Фтористый бор BF_3 находит широкое применение в качестве катализатора для многих промышленных органических синтезов (главным образом для полимеризации). В связи с этим фторная промышлен-

ность сильно выросла. Производство фтористых соединений в США составило:

в 1931 г. 5 000 т; в 1914 г. 53 000 т.

ЭЛЕМЕНТЫ VI ГРУППЫ

Кислород, сера, селен, теллур
(главные свойства)

Свойства	O	S	Se	Te
Порядковый номер	8	16	34	52
Атомный вес	16,000	32,06	78,96	127,61
Агрегатное состояние при обычных условиях, цвет	бесцветный газ	твёрдое жёлтое кристаллическое вещество	твёрдое серое вещество ¹	твёрдое серебристо-белое вещество с металлическим блеском ¹
Температура плавления	—218,6	112,8 (ромб.) 118,9 (мон.)	220,2	452
Температура кипения	—182,9	444,55	688	1390
Удельный вес в твёрдом состоянии	1,4	1,96 (мон.) 2,07 (ромб.)	4,8	6,24
Оксиды		SO ₂ SO ₃	SeO ₂	TeO ₂ TeO ₃
Кислоты		H ₂ SO ₃ сернистая H ₂ SO ₄ серная	H ₂ SeO ₃ селенистая H ₂ SeO ₄ селеновая	H ₂ TeO ₃ теллуристая H ₂ TeO ₄ теллуровая
Соединения с водородом	H ₂ O т. пл. 0° т. кип. 100°	H ₂ S т. пл. —85,6° т. кип. —60,7°	H ₂ Se т. пл. —64° т. кип. —42°	H ₂ Te т. пл. —57° т. кип. —1,8°

Сера

Исторические сведения. Сера известна с глубокой древности: Гомер (около 900 лет до н. э.) отмечает употребление горячей серы для окуливания. Сернистый газ употреблялся для белины тканей. При раскопках в Помпее найдена картина, изображающая противень с серой и с особым приспособлением для подвешивания над ним материи.

Сера у алхимиков считалась одним из элементов, входящих в состав тел и олицетворяющих начало горючести. В книге алхимика Роджера Бэкона (1214—1294) говорится:

¹ Известны также аморфные селен и теллур, порошкообразные тела соответственно красного и коричневого цвета. Кроме того, существуют различные аллотропические модификации селена и теллура, ещё мало изученные.

«Я буду говорить здесь о происхождении металлов и об их естественных началах. Заметьте прежде всего, что начала металлов суть ртуть и сера (сера). Эти два начала породили все металлы и минералы.

Соберём же с благоговением следующие указания о природе металлов, о их чистоте и нечистоте, о их бедности и богатстве в упомянутых двух началах.

ПРИРОДА ЗОЛОТА

Золото есть тело совершенное, составленное из чистой, блестящей, постоянной, окрашенной в красный цвет ртути и из чистого, постоянного, окрашенного в красный цвет серы (серы). Золото совершенно!

ПРИРОДА ОЛОВА

Это тело чистое, несовершенное, составленное из чистой, постоянной, блестящей, летучей, белой снаружи и красной внутри, ртути. Его сера имеет те же свойства. Олово только именного недочечено и недочечено¹.

Подобным образом характеризованы и другие известные тогда металлы (Ag, Ph, Cu, Fe). Понятиям «ртуть» и «сера» здесь придаётся более широкий и туманный аллегорический смысл.

Один из последних алхимиков, Кункель (1630—1703), высмеивает эту «философскую» серу:

«Мне, старому человеку, шестьдесят лет занимающемуся химией, никогда не удавалось открыть или найти «связанную серу», как она входит в состав металлов. Философы далеко не сходятся в своём мнении об этой сере, и каждый понимает под этим именем что-нибудь своё. Можно сказать, что каждый в праве окрестить своё детище, как он хочет. Мой взгляд таков: если вы хотите, то можете, пожалуй, назвать ослу коровой, но вы не найдёте никого, кто бы поверил, что ваш осёл действительно стал коровой».

Добыча серы. Важнейшим районом добычи серы на протяжении многих веков служила Сицилия. Когда в 1838 г. французское акционерное общество получило от неаполитанского правительства монополию на сицилианскую серу, цена серы возросла в три раза, что повело к конфликту с Англией, где в то время уже получило значительное развитие изготовление серной кислоты и серы, и к посылке английской эскадры к берегам Неаполя. Монополия была отменена, цена на серу снова упала, но тем не менее этот инцидент оказал большое влияние на развитие серной промышленности во всех странах.

С конца прошлого века господствующее положение на мировом рынке занимает луизианская и техасская сера (США), добываемая по способу Фраша. Принцип способа Фраша заключается в следующем. Через буровую скважину по одной из вставленных друг в друга труб в пласт серы накачивается перегретая вода (под давлением). Когда сера под землёй расплавится, по одной из труб вдувается воздух, который, выходя по другой трубе, выносит на поверхность с собой и расплавленную серу. Идея этого способа была встречена с большим недоверием. После первой удачи Г. Фраш писал:

«Я залез на кучу серы и уселся на самый верх. Мне было приятно слышать слабый треск, вызываемый сжатием тёплой серы, это походило как бы на приветствие снизу, как бы на доказательство того, что я достиг цели...

¹ Н. А. Морозов, В поисках философского камня, 1909, стр. 66.

Особенно приятно это было ещё потому, что критика моего предложения со стороны технических журналов и всех тех, кто слышал о моих планах, была очень неблагоприятна... Одно хорошо известное лицо соглашалось даже съесть каждую унцию серы, которую мне удалось бы выкачать. Хорошей иллюстрацией к тому общественному мнению, которое существовало по этому вопросу, может служить замечание парнишки, отозвавшего меня на станцию на утро после нашего первого опыта. Он сказал: «Действительно, вам удалось выкачать серу, но в это никто не верил, кроме старика плотника, да и то про него говорят, что он полумумный»¹.

Расплавленная под землёй по способу Фраша сера поступает в гигантские резервуары длиной в 75 м, шириной 45 м и высотой 18 м. Когда такой резервуар наполнится серой, стенки его разбивают и застывшую серу (для застывания требуется около 2 месяцев) раздробляют на куски с помощью динамита или окислителя. В последние годы для ускорения застывания расплавленную серу вместо пуска в резервуары пускают тонким слоем на движущуюся бесконечную стальную ленту.

За годы советской власти освоен ряд месторождений в СССР, имеющих промышленное значение: в пустыне Кара-Кум (Туркменская ССР), в Узбекской ССР, в Поволжье.

Мировая добыча серы — 2,5 млн. т в год.

Соединения серы

Серная кислота. Первое упоминание о получении серной кислоты из квасцов встречается в приписываемых Геберу апокрифических сочинениях XIV в. Повидимому, серная кислота была впервые получена не раньше начала XIII в. Добывали её сухой перегонкой железного купороса («купоросное масло»). Василий Валентин в XV в. получил H_2SO_4 сжиганием смеси серы и селитры. В XVI в. серная кислота изготовлялась в аптеках.

Первый завод английской серной кислоты, изготовляемой сжиганием смеси серы с селитрой, был построен в Ричмонде близ Лондона в 1736 г. Свинцовые камеры были введены в 1746 г. в Шотландии. В 1774 г. француз Де ла Фолли предложил вводить в камеру водяной пар. В 1793 г. Клеман и Дезорм выяснили каталитическую роль азотной кислоты и предложили непрерывный процесс производства. В начале XIX в. серу начинают сжигать в отдельной печи. В 1827 г. Гей-Люссак предложил башню, наполненную коксом. Около 1837 г. братья Перре предложили серный колчедан вместо серы, но широкое использование колчедана началось только после повышения цен на сицилийскую серу вследствие монополии. В 1859 г. Гловер предложил башню для выделения оксидов азота. В 1875 г. изобретена первая механическая печь для сжигания колчедана. В 1831 г. предложен, но лишь в 1875 г. впервые осуществлён контактный способ.

Нордгаузенская дымящая серная кислота некогда производилась в Германии (около г. Нордгаузена) путём прокаливания железного купороса, предварительно освобождённого (нагреванием) от основной массы кристаллизационной воды. Реакция получения SO_3 идёт так:



¹ Тимм; Введение в химию, 1935, стр. 303.

С остатками воды образовывался раствор SO_3 в серной кислоте.

В романе Ж. Верна «Таинственный остров» инженер Сайрус Смит, попавший на необитаемый остров, в примитивных условиях получал серную кислоту именно таким способом (из пирита через железный купорос).

В настоящее время дымящая серная кислота (олеум) с содержанием 18—20% свободного SO_3 получается контактным способом.

Башенный процесс. В СССР за последние 15 лет башенный способ получил широкое распространение. Камерные системы в СССР не строятся более и сохранились в настоящее время только на двух старых заводах. Первая башенная система в СССР пущена в 1927 г.; в 1935 г. этим способом в Советском Союзе получено 58% всей серной кислоты.

Первые башенные системы в СССР давали съём 20 кг H_2SO_4 с 1 м³ объёма системы в сутки.

В 1936 г. тов. Орджоникидзе дал задание довести съём до 60—70 кг/м³ в сутки.

В настоящее время многие заводы превысили это задание и получают более 100 кг/м³ в сутки.

Интенсивность камерных систем — 6—9 кг/м³ в сутки.

В башенных системах процесс ведётся в башнях (обычно 6) с насадкой, орошаемой нитрозой и серной кислотой. Благодаря насадке достигается хорошее соприкосновение газов с жидкостью.

Первые три башни служат для окисления SO_2 в SO_3 , остальные — для поглощения оксидов азота.

Основным отличием башенного процесса является то, что образование большей части серной кислоты происходит не в газовой ($SO_2 + NO_2 + H_2O$), а в жидкой фазе (нитроза + раствор SO_2), чем и обуславливается высокая производительность башенных систем.

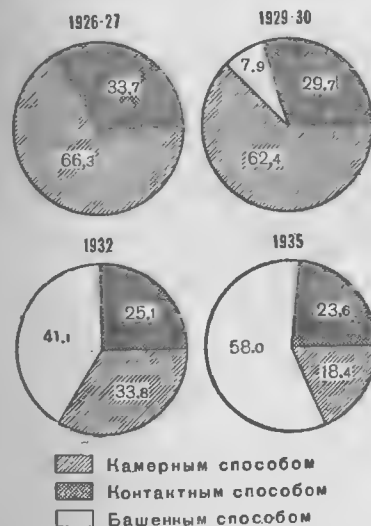


Рис. 30. Значение различных способов получения серной кислоты



Рис. 31. Значение различных видов сырья для производства серной кислоты

«Башенная» кислота (77—78% H_2SO_4) крепче камерной (65—66% H_2SO_4).

Серная кислота из отходящих газов заводов и станций. «...Развернуть строительство новых сернокислотных заводов главным образом на базе использования отходящих газов цветной металлургии и электростанций...»¹.

«Есть такие вещи, собственно говоря, даже не вещи, как дым, которые можно использовать как сырьё для химической промышленности. Дым есть дым, а мы можем и должны из него получить хороший, нужный химический продукт. (Аплодисменты.) Мы имеем такие же возможности и в цветной металлургии»².

Потребление H_2SO_4 в различных отраслях промышленности

Данные по США за 1936 г. (в %)

Производство удобрений	25,9	Красители	5,9
Металлургия	16,9	Искусственный шёлк	4,3
Очистка нефти	14,4	Взрывчатые вещества	2,9
Производство кислот и солей	12,8	Текстильная промышленность	1,4
Коксо-бензольное производство (очистка)	10,1	Прочие	5,4

Азот, фосфор, мышьяк, сурьма

(главные свойства)

Свойства	N	P	As	Sb
Порядковый номер	7	15	33	51
Атомный вес	14,008	30,98	74,91	121,76
Агрегатное состояние при обычных условиях	Газ бесцветный	Твёрдое вещество жёлтого цвета; красный порошок	Твёрдое вещество стально-серого цвета	Твёрдое вещество серо-белого цвета
Температура плавления	—210	44 (белый)	817 (давление 35,8 атм)	630
Температура кипения	—195,8	280,5 *	630 (возг.)	1635
Удельный вес в твёрдом состоянии	1,03	1,83 *	5,72	6,7
Оксиды	N_2O NO N_2O_3 NO_2 N_2O_5	P_2O_3 P_2O_5	As_2O_3 As_2O_5	Sb_2O_3 Sb_2O_5

¹ Из резолюции XVIII партсъезда по докладу тов. В. М. Молотова.

² Из речи тов. Л. М. Кагановича на XVIII партсъезде.

Свойства	N	P	As	Sb
Кислоты	HNO_2 азотистая кислота	H_3PO_3 фосфористая кислота	H_2AsO_3 мышьяковистая кислота (изв. её соли)	$HSbO_2$ метасурьмянистая кислота (изв. солн)
	HNO_3 азотная кислота	HPO_2 метафосфористая кислота (изв. соли), H_3PO_4 ортофосфорная, HPO_3 метафосфорная кислота	$HAsO_2$ метамышьяковистая кислота (изв. соли), H_3AsO_4 мышьяковистая кислота	$HSbO_3$ метасурьмяная кислота (изв. солн)
Соединения с водородом	NH_3 т. пл. — 77,7° т. кип. — 33,4	PH_3 т. пл. — 133° т. кип. — 87,4°	AsH_3 т. пл. — 144° т. кип. — 55°	SbH_3 т. пл. — 90° т. кип. — 17°

Азот

Важнейшие свойства — см. стр. 220.

Вес 1 л при нормальных условиях (0° С, 760 мм) — 1,2506 г.

Плотность по воздуху — 0,9673.

«Ряд противоположностей связан со словом азот: с одной стороны, это «нежизненный газ», а с другой стороны, нет жизни без азота, ибо он является непременной составной частью белков» (Д. Н. Прянишников, Агрохимия).

Вместе с тем, азот — элемент разрушения, поскольку наиболее употребительные взрывчатые вещества являются, преимущественно, соединениями азота (см. ниже).

«Азот в сложении с капитализмом — это война, разрушение, смерть. Азот в сложении с социализмом — это высокий урожай, высокая производительность труда, высокий материальный и культурный уровень трудящихся».

(Передовая «Правды» от 25 апреля 1932 г.)

Исторические сведения. Элементарный азот («постоянный, или удушливый воздух») получил и описал в 1772 г. Д. Резерфорд.

В алхимических средневековых трактатах встречается термин «азот философский», которым иногда обозначали туманное «начало всех начал», «философский камень», — вещество, обладавшее чудодейственной силой превращать неблагородные металлы в золото, излечивать людей от болезней, удлинять людям жизнь и т. д. Название «азот» производилось от комбинирования первой и последних букв греческого и еврейского алфавитов: этим как бы символизировалось «начало и конец» всех веществ.

В 1787 г. комиссия французских учёных по разработке новой химической номенклатуры (Лавуазье, Бертолле, Фуркруа и др.) вложила в этот старый алхимический термин новый смысл — «азот-нежизнедеятельный», от греческого слова ζωή (зоэ) — жизнь и отрицания α, не проводя никакой связи между «азотом философов» и этим элементом.

Нашатырь впервые был получен, по видимому, в Египте из продуктов горения сухого верблюжьего помёта, употребляемого в качестве топлива; он получил название — сальмак. Плиний Старший (I в. н. э.) упоминает об египетской «селитре», которая с известью издавала резкий запах. Газообразный аммиак был впервые получен в 1774 г. Пристлеем («щёлочный воздух»).

Азотная кислота впервые описывается в сочинении Гебера (VIII—IX в. н. э.) «Ящик мудрости». Вполне чистую азотную кислоту впервые получил Глаубер, но уже в XV в. она добывалась в широком масштабе в Венеции для отделения золота.

Закись азота открыта Пристлеем в 1772 г. Вдыхание «веселящего газа» сделалось одно время чрезвычайно модным среди публики, специально приезжавшей к Дэви подышать удивительным газом.

Хлористый азот был открыт в 1811 г. Пьером Дюлонгом, причём исследователь потерял при работе с ним глаз и два пальца правой руки. В 1813 г. при исследовании этого вещества пострадали Дэви и Фарадей.

Азот в природе. На земном шаре разражается ежегодно около 16 млн. гроз; в среднем в 1 час на земле происходит 1800 гроз, и каждую секунду сверкает 100 молний.

Роль азота в жизненном процессе. «Роль безазотистых веществ в растении может быть сравнена лишь с топливом на заводе (крахмал и жиры) или со строительным материалом и готовыми стенами завода (клетчатка); самый же работающий механизм построен иначе, ибо главной частью протоплазмы и ядра являются белки и их производные...

...Белковые вещества... представляют собой материальную основу всякого жизненного процесса. Без азота не могут образоваться белковые вещества, без белковых веществ не может быть протоплазмы, а, следовательно, и жизни¹.

Человек в день расходует в среднем около 15 г азота в виде белка. Азот и земледелие. Положительное влияние селитры на урожай было замечено давно (об этом говорит и Глаубер, XVII в.).

Либих (1803—1873), основоположник агрохимии, считал, что в отличие от других необходимых для растения элементов — калия, фосфора — азот можно не вносить в почву — она пополняется азотными соединениями из воздуха.

Последователь Либиха Шульц (XIX в.) пытался использовать для земледелия бесплодные пески («волчьих пустошь»), внося по Либиху только калийные и фосфорные удобрения. Опыты дали неудачный результат, но Шульц заметил, что некоторые растения (люпин — «волчий бобы») являются хорошим удобрением.

Французский учёный Буссенго (1802—1887) после кропотливых исследований азотного баланса почвы установил, что бобовые растения (клевер, люпин и др.) обогащают почву азотом; эти выводы послужили основой создания рациональных севооборотов.

Бертолле (см. стр. 154) впервые выдвинул предположение о роли микроорганизмов в усвоении атмосферного азота почвой.

Гельригель (1831—1895) научно обосновал и экспериментально доказал, что процесс усвоения азота бобовыми культурами связан с деятельностью микроорганизмов на корневой системе этих растений. Виноградский открыл особый род нитрифицирующих бактерий *Azotobacter* (в 1890—1893 гг.).

Нужно, примерно, 200 000 га клеверного посева, чтобы заменить один азотный завод, дающий 30 000 т связанного азота в год¹.

Вынос азота из почвы урожаями²

Культуры	Урожай в центнерах на 1 га	Примерный вынос азота в кг на 1 га ³
Зерновые	15—20 (зерна) 25—30 "	40—60 85—100
Картофель	200—250 (клубней) 300—350 "	100—125 150—175
Свёкла сахарная	200—250 (корней) 400—500 "	90—125 180—250
Хлопчатник	15—20 (сырца) 30—40 "	90—120 160—200

Технические культуры уносят, особенно при высоком урожае, больше азота, чем зерновые.

В 1898 г. английский учёный Крукс произнёс знаменитую речь, в которой указал, что некомпенсируемый унос азота из почвы с урожаями вызывает неуклонное падение урожайности и создаёт угрозу нехватки хлеба и голода.

Эта нависшая над человечеством угроза была полностью отведена химией: разработка способа фиксации атмосферного азота (через аммиак) открыла возможность неограниченного производства связанного азота из воздуха.

Азот в удобрениях — см. стр. 136.

Азот в технике. Первый завод для связывания азота воздуха с помощью электричества был построен в 1902 г. у Ниагарского водопада, однако способ оказался нерентабельным, и через 2 года завод был закрыт.

Способ Биркеланда и Эйде (дуговой) был впервые осуществлён в Норвегии в 1905 г.

В 1907 г. в Италии был пущен первый завод по получению связанного азота цианамидным способом Франка и Каро.

Первые 10 см³ жидкого синтетического аммиака были получены в июне 1908 г.

Французский инженер Бассе показал, что при сверхвысоких давлениях (порядка 4 500 ат) нет необходимости в тщательной очистке азото-водородной смеси и применении катализаторов. Технически метод ещё недостаточно разработан.

¹ Д. Н. Прянишников, Представления о круговороте азота до Лавуазье и после него, «Природа», 1944, № 2, стр. 18.

² Е. Г. Ж. е., Агрохимия, 1940, стр. 197.

³ Включая содержание азота в ботве, соломе и т. д.

Данные по производству связанного азота — см. ниже.

Азот и война. Китайцам уже в XII в. были известны порохоподобные смеси селитры с углем, употреблявшиеся ими для праздничных иллюминаций.

Употребление пороха (чёрного) в военном деле в Европе началось в XIV в. и резко изменило характер войны. Металлические латы и доспехи стали бесполезными, так как легко пробивались ядрами и пулями. В 1346 г. в битве при Креси (Франция) английские войска, впервые применившие огнестрельное оружие, одержали решительную победу над закованными в железо французскими рыцарями.

После французской буржуазной революции 1789 г. Франция пришлось вести оборонительные войны против интервентов. Импорт селитры был прекращён блокадой. Революционное правительство организовало в широком масштабе кустарное производство селитры, предложив «всем и каждому промывать землю из своих погребов, конюшен, овчарен и коровников»¹. В инструкциях говорилось: «Те, кто пренебрег бы обязанностью извлекать из недр земли основной элемент оружия для поражения тиранов, были бы подлецами или контр-революционерами»¹.

По всей стране были созданы селитроварни, где было добыто много необходимой для обороны страны селитры.

До первой мировой войны (1914—1918) производство азотной кислоты в основном базировалось на чилийской селитре. Уже в самом начале войны выяснилось, что фактический расход взрывчатых веществ значительно превысил все довоенные наметки и расчёты. Германия и её союзники, отрезанные блокадой от главного источника сырья — чилийской селитры, оказались перед угрозой капитуляции из-за недостатка азотистых соединений. Но при занятии бельгийского порта — г. Антверпена — немцами были захвачены большие запасы селитры, не уничтоженные англо-французскими войсками при отступлении. Это дало Германии передышку, во время которой было развернуто производство связанного азота по способу Габера. Германия могла продолжать войну.

После организации производства синтетического аммиака из азота воздуха роль и значение чилийской селитры сильно упали (см. таблицу ниже).

Производство всех видов азотистых соединений в зарубежных странах

(в тыс. т N₂)

	1903	1913	1920	1925—1926	1929—1930	1930—1931	1932—1933	1934—1935
Синтетический сульфат аммония	0	7	97	289	442	349	560	520
Цианамид кальция	0	38	94	150	264	201	168	238

¹ Старосельская-Никитина, Очерки по истории науки и техники периода Французской буржуазной революции, 1916, стр. 216.

	1903	1913	1920	1925—1926	1929—1930	1930—1931	1932—1933	1934—1935
Норвежская селитра	не-знач.	15	32	30	131	111	118	153
Прочие виды синтетических азото-продуктов	не-знач.	не-знач.	не-знач.	121	427	393	463	592
Всего синтетических азото-продуктов	—	60	223	590	1264	1054	1309	1503
Аммиак коксовых и газовых заводов	113	284	289	345	476	391	297	360
Чилийская селитра	230	430	391	399	464	250	71	178
Всего азотистых соединений	343	774	903	1334	2204	1695	1677	2041

Потребление азотнокислых солей в европейских войнах

(считая на натриевую селитру).

Войны	В год	В день
Испанские войны около 1700 г.	1—2 тыс. т	0,3 вагона по 20 т
Войны Наполеона I 1800—1812 г.	10—20 „ „	1,5—3 „ „ 20 „
Мировая война 1914—1918 гг.	200—400 „ „	28—56 „ „ 20 „

Расход боеприпасов в отдельных сражениях 1914—1918 гг.

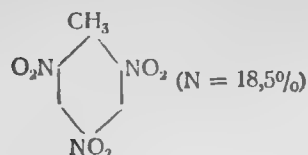
В 1917 г. при Аррасе англичане за 4 дня израсходовали около 10 млн. снарядов.

В сражении при С. Мишель американцы за 4 часа выпустили около 1 млн. снарядов. Под Верденом (1915—1916 гг.) за 30 недель боёв израсходовано около 2,5 млн. т взрывчатых веществ.

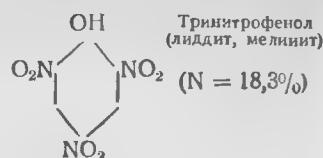
Во время мировой войны 1914—1945 гг. расход боеприпасов был ещё большим в связи с сильно возросшей огневой мощью армий и развитием бомбардировочной авиации.

Некоторые азотсодержащие взрывчатые вещества

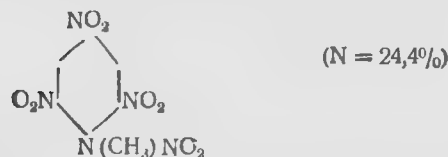
Тринитротолуол (тротил, тол)



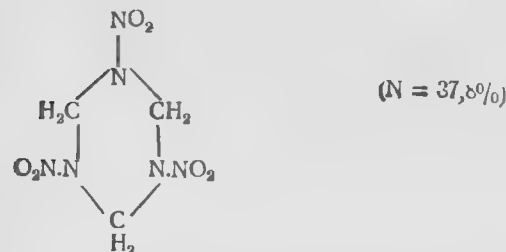
Пикриновая кислота



Тетрил (продукт нитрования диметиланилина)



Гексоген (продукт нитрования уротропина, легко получаемого из формалина и аммиака)



Нитроглицерин — $\text{CH}_2(\text{ONO}_2) - \text{CH}(\text{ONO}_2) - \text{CH}_2(\text{ONO}_2)$ легко взрывает от удара и даже от прикосновения: N = 18,5%.

Пироксили — продукт полной нитрации клетчатки; эмпирическая формула пироксилина $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{ONO}_2)_3$.

Бездымный порох — пироксилин с добавкой нитроглицерина (имеются различные сорта и комбинации).

Гремухая ргуть и гремучее серебро — соли гремучей кислоты, неизвестной в свободном виде и изомерной с циановой кислотой HCNO .

Азиды — соли азотоводородной кислоты HN_3 .

Хлористый азот — NCl_3 .

Фосфор

Исторические сведения. Фосфор впервые был получен гамбургским алхимиком Брандом в 1669 г. путём сухой перегонки остатка, полученного после выпаривания мочи, с песком и углём. Сначала фосфор

ценился дороже золота. В 1675 г. способ получения фосфора был вторично открыт Кункелем, а в 1677 г. Бойлем. Шееле открыл способ получения фосфора из костяной золы, что значительно снизило цену фосфора. Красный фосфор открыт Шреттером в 1845 г.

Фосфор в природе. Апатиты. Богатейшие апатитовые месторождения, имеющие мировое значение, в Хибинах были обнаружены экспедицией под руководством акад. А. Е. Ферсмана в 1923—1929 гг.

Быстрое промышленное освоение хибинских апатитов и использование их в народном хозяйстве СССР неразрывно связано с именем Сергея Мироновича Кирова. В результате энергичной работы под его непосредственным руководством на севере СССР, за полярным кругом, в короткое время вырос индустриальный центр — г. Кировск.

Первая очередь обогатительной фабрики пущена в 1931 г. Сырой апатит содержит около 26% P_2O_5 . Апатитовый концентрат (после удаления главной части пустой породы) содержит 39,2—39,8% P_2O_5 .

В виде концентрата туковая промышленность СССР получила первоклассное фосфорное сырьё, какого она до тех пор не имела, ориентируясь главным образом на отечественные фосфориты с невысоким содержанием P_2O_5 и отчасти на импортные марокканские фосфориты.

Природные богатства Севера. Ещё Ломоносов предсказывал, что север России таит в своих недрах огромные богатства:

«Веселитесь, места ненаселённые, красуйтесь, пустыни непроходные: приближается благополучие ваше... скоро украсят вас великие города и обильные сёла... Но тогда великой участнице в населении вашем Химин возблагодарить не забудьте, которая ничего от вас не пожелает, как прилежного в ней упражнения, к вящему самих вас украшению и обогащению»¹.

В Хибинах, кроме апатитов, найдены богатые залежи других полезных ископаемых, в том числе и нефелина, из которого можно добывать алюминий.

«Северная тяжёлая, бесплодная и бесполезная пустыня оказалась в действительности одним из богатейших мест на земле» (С. М. Киров).

Биологическое значение фосфора. Скелет взрослого человека содержит около 600 г фосфора, мускулы — 56 г, нервы и мозг — 5 г. Такого количества фосфора в свободном виде достаточно для смертельного отравления 6300 человек.

Во всех странах, в том числе и в СССР — в Восточной Сибири, в Поволжье и других местах, встречается болезнь, выражающаяся ломкостью костей животных. Причиной является недостаток фосфора или кальция, или обоих вместе.

Нормальное сено содержит около 0,5% P_2O_5 и около 1% CaO , сено «большое» — меньше 0,5% CaO и 0,25% P_2O_5 .

Применение фосфора. Фосфор как ДВ. Белый фосфор по маскирующей способности превосходит все известные дымообразователи. Частицы фосфорного дыма в конечном счёте состоят из капелек гидратированной фосфорной кислоты ($\text{P}_2\text{O}_5 + \text{влага воздуха}$). Дым не ядовитый и не портит обмундирования и снаряжения. Красный фосфор обладает меньшей маскирующей способностью.

¹ М. В. Ломоносов, Слово о пользе химии, в публичном собрании Академии сентября 6 дня 1751 г. говоренное Михайлом Ломоносовым. Приведено у Б. Н. Меншуткина, «Труды М. В. Ломоносова по физике и химии», 1936, стр. 381.

Спички. В 1805 г. появились первые предшественники современных спичек — деревянные лучинки, один конец которых покрывался смесью хлорноватокислого калия, сахара и гуммиарабика; они зажигались при погружении в маленький сосудик с асбестом, пропитанным серной кислотой. Весь прибор назывался «мгновенный зажигательный ящик». В эпоху гражданской войны подобного рода «зажигательные ящики» продавались в Петрограде с приложением следующего наставления:

ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЗАПАЛЫ

ПРОИЗВОДСТВО КОММУНАЛЬНЫХ МАСТЕРСКИХ
«ЭЛЕКТРОЗАПАЛА», ПЕТРОГРАД

Способ употребления

1. Все хозяйственные запалы горят без отказа.
2. Запалы вставляются в трубку с химическим составом и быстро вынимаются.
3. Закрывать трубку быстро и осторожно.
4. Не загоревшийся сразу запал не бросать. Проведи его по шероховатой поверхности, он должен загореться.
5. Хранить запал в сухом месте.
6. Зажигать запалы в некотором расстоянии от себя и не держать над открытой коробкой, скатертью, столом и т. п.

Комитет рабочих К. М. Э.

Спички, зажигающиеся при трении («конгревки»), появились в Англии в 1826 г.; это были плоские палочки из хлорноватокислого калия, сернистой сурьмы и гуммиарабика, зажигающиеся путём трения между двумя кусочками стеклянной шкурки, сжимаемыми пальцами.

Вскоре в Лондоне появились картонные спички (под названием «дывольские спички»), головки которых состояли из маленького стеклянного пузырька с серной кислотой, окружённого смесью хлорноватокислого калия, сахара и гуммиарабика. Пузырёк разбивался ударом или маленькими щипцами, и состав воспламенялся.

Изобретение фосфорных спичек одним приписывается французу Шарлю Сориа, другими — венгерцу Стефану Ирнью, третьими — немцу Камереру. Фабричное производство их началось в 1833 г. Головка таких спичек первоначально состояла из хлорноватокислого калия, белого фосфора и клея; впоследствии хлорноватокислый калий стали заменять окислами или солями свинца, двуокисью марганца, ввели в состав селитру.

Фабрикация «безопасных», или «шведских», спичек, не содержащих белого фосфора, началась в Швеции в 1855 г.

В состав массы головок безопасных спичек входит бертолетова соль (около 50%), сера, хромпик, толчёное стекло, минеральная краска (мушкетёр, сурик), клей и некоторые другие части.

Главной составной частью для намазки на боковые стороны спичеч-

ной коробки является красный фосфор (не ядовит). Кроме него, в составе намазки имеются толчёное стекло, окись цинка, сурьма, клей и др.

Производственная рецептура различных составов для головок и намазки см. «Техническая Энциклопедия», изд. 1-е, т. XXI — «Спичечное производство».

Выделка фосфорных спичек ввиду их ядовитости (во Франции в период с 1851 по 1871 г. среди зарегистрированных отравлений в 1/3 случаев причиной являлись фосфорные спички) была запрещена в Голландии с 1875 г., в Финляндии с 1898 г., в Швейцарии с 1899 г., в Германии с 1903 г. и т. д. В России с 1892 г. фосфорные спички облагались двойным налогом.

Встречаются и теперь спички, зажигающиеся при трении головки о любую шероховатую поверхность, так называемые «сесквисульфидные» спички. Для головок здесь применяется неядовитое соединение фосфора P_4S_3 , воспламеняющееся при трении.

Мышьяк

Исторические сведения об элементе — см. стр. 171.

Главнейшие руды: реальгар AsS_3 ; аурипигмент As_2S_3 , арсеник $FeAsS$; купферникель $NiAs$.

Свойства и применение. Соединения мышьяка отличаются большой ядовитостью. Доза в 0,06 г As_2O_3 считается уже смертельной для человека.

Именно с ядовитостью и связано главное практическое применение мышьяка. Среди инсектофунгисидов — веществ, применяемых для борьбы с вредителями сельского хозяйства, — соединения мышьяка занимают ведущее место и производятся в больших количествах.

Боевые химические вещества — As-соединения

ОВ кожно-разрывного действия

Люзинт — «роса смерти» — см. стр. 211.

Раздражители дыхательных путей

Дифенилхлорарсин
(C_6H_5)₂AsCl

Дифенилцианарсин
(C_6H_5)₂AsCN

Дифениламинохлорарсин (адмант)
 $NH(C_6H_5)_2AsCl$

При обычной температуре — твёрдые вещества. В боевых условиях применялись в виде ядовитых дымов, которые не задерживаются углем противогаза («пробивают» противогаз). Вдыхание уже небольших количеств этих веществ вызывало раздражение дыхательных путей и неудержимое чихание, заставлявшее бойцов сбрасывать маску.

Сурьма

Исторические сведения об элементе — см. стр. 174.

Sb в природе: самородная, сурьмяный блеск Sb_2S_3 .

Мировая добыча сурьмы колеблется в пределах, примерно, от 20 до 40 тыс. т в год.

Свойства и применение сурьмы. Природная сернистая сурьма в измельчённом виде чёрного цвета, а искусственно осаждённая — оранжевого: первая имеет кристаллическое строение, а вторая — аморфное.

Аллотропия. При длительном электролизе крепкого раствора хлористой сурьмы в соляной кислоте выделяется очень неустойчивое аллотропическое видоизменение сурьмы, похожее на полированный графит. Если потереть такую сурьму стеклянной палочкой, то она со взрывом и выделением тепла превращается в обыкновенную сурьму.

Сурьма в сплавах — см. стр. 139.

Углерод

Углерод в природе. По новейшим оценкам общий запас годных для разработки угольных месторождений на земле составляет около $5 \cdot 10^{12}$ т. Так как промышленность в настоящее время ежегодно сжигает $4 \cdot 10^9$ т, то этого запаса хватит на 1200 лет. Ежегодное поглощение углерода всеми растениями на земле составляет $4,4 \cdot 10^{10}$ т; следовательно, они производят в 11 раз больше угля, чем мы сжигаем. Растения поглощают ежегодно почти столько углерода, сколько животные его выделяют: только незначительная часть, около 0,2%, отлагается в виде известняка и угля.

Алмаз. В 1694 г. флорентийские академики пытались сплавить несколько небольших алмазов в один крупный и нагрели их в фокусе большого зажигательного стекла; при этом алмазы тлели, как раскалённый уголь, и в конце концов сгорели. В 1776 г. Дарсе нашёл, что, если сильно накалить алмаз в закрытом тигле, он остаётся неизменным. В 1773 г. Лавуазье установил, что для сжигания алмаза необходим воздух и что при сгорании образуется CO_2 . В 1814 г. Дэви и Фарадей сожгли алмаз в кислороде.

Твёрдость алмаза — 10 по шкале Мооса (см. стр. 255), т. е. высшая.

Мировая добыча алмазов в 1938 г. составила свыше 10 млн. каратов (1 метрический карат = 0,2 г) в год. Общее количество алмазов, извлечённое с древних времён до 1939 г. из недр земли, оценивается величиной около 60 т.

Алмазы, весящие 100 и более каратов, известны по именам. Самые большие алмазы: «Кэллинан» — $3024\frac{3}{4}$ карата (620 г), длина 11 см, ширина 5 см, высота 6 см, найден в 1905 г.; «Эксельсиор» — $971\frac{3}{4}$ карата (189 г), найден в 1893 г. (оба в южн. Африке).

Бриллиант — гранёный алмаз. При огранке алмаз теряет значительную часть своего веса.

Ювелирные алмазы составляют только небольшую долю всей добычи (около 15%); главная же часть добычи в виде мелких и окрашенных алмазов идёт на технические нужды. В бурльном деле применяются алмазные коронки для проходки твёрдых пород. Алмазная пыль употребляется в значительных количествах для шлифовки твёрдых материалов и для доводки (тонкой заточки) токарных резцов, сделанных из твёрдых режущих сплавов.

Графит. Мировая добыча (без СССР) составляет свыше 130 тыс. т в год. Примерное распределение потребления составляет (в %):

В литейном деле	75
В электротехнике	10

На краски и смазку	5
На карандаши	5
На прочие нужды	5

В больших количествах графит готовится искусственно по способу Ачесона, при котором смесь песка и измельчённого антрацита или кокса прокаливается в особых электрических печах. Искусственный графит отличается исключительной чистотой и мягкостью и потому ценится выше природного. В последние годы искусственный графит высокой чистоты нашёл применение в качестве эффективного замедлителя быстрых нейтронов в процессах, связанных с освобождением атомной энергии (см. стр. 317).

Сажа. Сажа, введённая в состав резиновых смесей в количестве 40—50% от веса каучука, сильно повышает механические свойства резины (сопротивление разрыву и истиранию, твёрдость). Лучшие сорта сажи получают путём неполного сжигания природного газа (газовая сажа) или нефтяных масел (ламповая сажа).

Активированный уголь. Ещё в начале первой империалистической войны проф. Н. Д. Зелинский (ныне академик) предложил применять активированный уголь для поглощения ОВ. Предложение Н. Д. Зелинского не сразу было принято, и только после упорной борьбы в противогазы стали помещать активированный уголь. Это усовершенствование противогаза спасло от отравления и гибели много тысяч солдат русской армии.

Соединения углерода. Окись углерода была получена Лассоном в 1776 г. при нагревании древесного угля с окисью цинка; некоторое время на основании горючести её считали тождественной с водородом. В 1800 г. Крукшэнк обнаружил, что это — соединение углерода с кислородом. Состав установил Дж. Дальтон.

Сухие смеси CO с воздухом или кислородом не взрывают: больше того, пламя CO , горящей в воздухе, гаснет при погружении в сухой кислород.

Взрывные пределы для CO — см. стр. 69.

CO в воздухе больших городов содержится в заметных количествах, например в Париже — от 10 до 40 см^3 на 1 м^3 . В Филадельфию (США) в крови полицейских, регулирующих уличное движение, обнаружено повышенное содержание CO . Комиссия, обследовавшая автомашины в США, нашла, что внутренний воздух половины из них содержит CO , причём в каждой двадцатой машине в количестве, опасном для жизни. Некоторые же автомобили были прозваны «колорадскими камерами смерти» (в штате Колорадо приговорённых к смерти отравляют CO).

Содержание CO в выхлопных газах (в объёме. %)

Автомобилей	3,5—7 (и до 12)
Моторных лодок	5—6
Других моторов	1—6

«Пустить мотор в небольшом гараже при закрытых дверях — самоубийство»¹.

Как известно, во время войны 1941—1945 гг. немецкими фашистами для массового уничтожения советских людей применялись автомобили «душегубки»; запёртые в герметически закрывающемся кузове маши-

¹ Тимм, Введение в химию, 1935, стр. 107.

ны люди умерщвлялись посредством впуска туда выхлопных газов мотора.

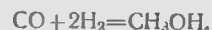
СО с гемоглобином соединяется значительно прочнее, чем кислород. Организм погибает, когда около 80% гемоглобина связывается с СО.

Концентрация СО в воздухе в 0,5—0,6 мг/л (0,05%) и выше безусловно опасна. Более низкие концентрации дают лёгкое отравление или вовсе неопасны. Маленькие животные отравляются быстрее человека. Спасательные партии шахтёров берут с собой птичек в клетках или мышей, чтобы своевременно получить предостережение о присутствии СО.

Химическим индикатором для обнаружения СО в воздухе является 0,02%-ный раствор хлорного палладия (выделяется металлический палладий).

Помощь при отравлении СО — см. стр. 143.

Промышленные синтезы с СО. 1. Получение метанола



Условия реакции: давление — 200—300 ат (и до 1000 ат); температура — 300—400°; катализатор — ZnO с добавками.

2. Получение жидкого топлива взаимодействием СО и H_2 . Условия реакции: давление атмосферное; температура около 200°; катализатор — Fe, Co или Ni с активирующими добавками.

При получении жидкого топлива повышение температуры до 300—400° направляет процесс в сторону преимущественного образования CH_4 . При синтезе под давлением около 10 ат может быть получен из той же смеси газов твёрдый парафин (катализатор Fe — Cu, температура 280—330°).

Углекислый газ. В среднем человек выдыхает за сутки около 800—900 г CO_2 , соответствующих 220—245 г углерода; при усиленной физической работе — 1500 г (около 400 г С). В воздухе, выдыхаемом из лёгких, содержится около 4% CO_2 .

Количество CO_2 , выделяемое различными производствами, увеличивается с ростом цивилизации. Так, количество CO_2 , выделяемое сжиганием каменного угля, достигало в 1904 г. $7 \cdot 10^8$ г, а в 1919 г. поднялось до $1 \cdot 10^9$ г. Такое увеличение получает значение важного геохимического явления. Увеличение массы зелёного живого вещества в результате культурной работы человека неизбежно должно поглощать создаваемую технической деятельностью человека CO_2 .

«Сухой лёд». Если сильно прижать полированную стальную пластинку к куску «сухого льда», то будут слышны резкие громкие звуки: при прикосновении пластинки, являющейся хорошим проводником тепла, испарение CO_2 идёт очень бурно и под большим давлением, отчего пластинка и приводится в колебательные движения, вызывающие звук. Если на пластинку «сухого льда» положить хорошо отполированный блестящий шарикоподшипник не меньше 2 см диаметром, то будет слышен довольно сильный звук с низким тоном, пока шарик не слишком охладится; в этом случае колебания будут ритмические, отчего и получается тон. Если притронуться куском «сухого льда» к велосипедному звонку, то раздаётся звук, соответствующий получающемуся при ударе по звонку твёрдым предметом.

Кремний

Исторические сведения. Кремень был основным материалом для выделки орудий у первобытных людей («каменный век»).

Кислотный характер кремнезёма был впервые обнаружен в 1666 г. Отто Тахениусом (растворимость в поташе с образованием «кремнёвой жидкости»).

Лавуазье высказал мнение, что кремнезём «вскоре перестанет рассматриваться как простое тело» и, вероятно, является «соединением, представляющим собой известного рода окисел простого вещества, быть может, металла».

В 1811 г. Гей-Люссак и Тенар впервые получили свободный кремний пропусканием пара фтористого кремния над нагретым калием, но не установили, что это полученное ими вещество является новым элементом. Свойства кремния впервые описаны в 1823 г. Берцелиусом, который назвал этот элемент силицием.

Горный хрусталь. Плиний писал, что «из небесной влаги и чистейшего снега должны родиться хрустали». Образцы чистого, прозрачного горного хрусталя в 15—20 кг весом нередки. На Урале известны прозрачные кристаллы до 500 кг, а на Мадагаскаре — до 1500 кг. В Московской Оружейной палате хранится самовар, сделанный из горного хрусталя.

Применение кварца

Используемые свойства	Отрасль промышленности	Назначение, виды изделий или формы применения
Твёрдость . .	абразивная мукомольная металлургическая	точильные и шлифовальные круги жернова дробилки
Химическая стойкость .	химическая	кислотоупорная аппаратура: башни, насадки, трубы, змеевики; плавленый кварц
Прозрачность	оптическая	кварцевые линзы и стёкла, проникаемые для ультрафиолетовых лучей
Термическая стойкость .	химическая стекольная	химическая аппаратура: кварцевая посуда (колбы, трубки, тигли и т. п.), стекло «пирекс»
Химические свойства (кислотные)	металлургия	футеровка печей при кислом процессе; добавки к шихте
Механические свойства .	точная механика	кварцевые пружины, нити, призмы, подшипники и т. д.

¹ По В. И. Вернадскому, Очерки геохимии, 1934, стр. 196 и 193.

Используемые свойства	Отрасль промышленности	Назначение, виды изделий или формы применения
Цвет, твердость, прозрачность	ювелирное дело	различные изделия из дымчатого кварца, аметиста, яшмы, опала

Стекло. Плиний приписывает честь изобретения стекла финикийцам, Иосиф Флавий — евреям. Новейшие раскопки в Месопотамии показали, что стекольное производство было известно ещё в начале III в. до н. э. Древнейшие находки стекла в Египте (мелкие изделия, бусы) относятся к 3500 г. до н. э., но техника обработки оставалась примитивной. Давно было известно стеклоделие также и в Китае. Из Египта стеклоделие распространилось в Грецию и Рим. В 210 г. н. э. стеклоделы населяли в Риме уже целый квартал. В средние века центром стеклоделия сделалась Венецианская республика, где стеклоделы пользовались почти одинаковыми правами с патрициями и носили особый знак отличия — ножны с двумя мечами; но зато им воспрещался выезд из Венеции, а по отношению к бежавшим правительство не останавливалось перед самыми крайними мерами, вплоть до убийства специальными агентами. Чужестранцам изучать стеклоделие запрещалось. Несмотря на это, секреты производства стали известны и в других странах, где начали также возникать стекольные заводы. Оконные стёкла обнаружены при раскопках в некоторых богатых домах Помпей. В Европе стёкла в окнах жилых домов начали появляться, но лишь изредка, в XIV в. В Париже ещё в конце XVIII в. существовал цех мастеров, вставлявших в окна масляную бумагу. В XVIII в. во Франции было открыто искусство отливки зеркального стекла.

В России первый стекольный завод был построен в 1635 г.; дальнейшее развитие стекольное производство получило при Петре I, но ещё в XVIII в. Ломоносову приходилось писать:

«Неправо о вещах те думают, Шувалов,
Которые стекло чтут ниже минералов,
Приманчивым лучом блистающих в глаза;
Не меньше польза в нём, не меньше и краса.
.....
Пою перед тобой в восторге похвалу
Не камням дорогим, не злату, но стеклу».

В первой русской химической лаборатории, основанной в Петербурге в 1748 г., М. В. Ломоносов провёл большие исследования по цветным стёклам и мозаике. Им собственноручно выполнена из мозаичных камней большая картина «Полтавская баталия».

К 1812 г. в России работало уже 146 стекольных заводов.

«Без стекла не были бы изобретены микроскоп и телескоп. Астрономия как наука никогда не родилась бы из астрологии. Борьба с бактериями, вызывающими болезни, даже не была бы начата, так как не было бы открыто существование этих бактерий. Вообще говоря, наука не смогла бы развиваться даже до первого приближения к её настоящему положению, если бы у нас не было стекла. Огромное количество людей

ходило бы полуслепыми, так как не было бы стекол, помогающих зрению. Ночью мы могли бы освещаться только свечами, и не было бы окон, защищающих нас от зимних холодов и непогоды»¹.

Ткани из стеклянных нитей (толщина нити в 20 раз меньше толщины человеческого волоса) во много раз прочнее хлопка, тобумажных и шерстяных и окрашиваются в любой цвет (во время плавки стекла). Применяются главным образом как изоляционный материал в химической, электротехнической, авиационной и других отраслях промышленности для утепления и звукоизоляции зданий, для утепления обуви, как фильтрационный материал и т. д. Они легко чистятся, не разъедаются молю, не подвержены плесени, устойчивы против кислот. Вырабатываются также эффектные ткани и трикотаж из стеклянных нитей вместе с шерстью или шёлком.

Кварцевое стекло «пирекс» («пирекс» или «пайрекс») — стекло с повышенным содержанием кварца, обладает по сравнению с обычным стеклом большей механической прочностью и стойкостью против резких колебаний температуры.

В СССР производство стекол «пирекс» и изделий из плавленного кварца освоено, и в продаже имеются кварцевые тигли, чашки, трубки.

Стекло «пирекс» находит всё большее применение на химических производствах; из него выполняются многометровые трубопроводы для химически активных жидкостей, колонны, змеевики и прочие части химической аппаратуры.

Из кварцевого стекла изготавливаются жаростойкие кастрюли, сковороды, печи для приготовления пищи.

Область применения стекла все более расширяется. Новый сорт стекла — «пеностекло» — пористое стекло, получаемое путём плавки обычной стеклянной массы с веществами, выделяющими газы при плавке (уголь и др.). Оно в 15 раз легче воды, легко обрабатывается пилой и сверлом, не впитывает воды (поры закрытые), является прекрасным теплоизолирующим материалом.

Состав некоторых стекол (в %)

(важнейшие части)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	B ₂ O ₃	SO ₂
Древнеегипетское	72,3	1,2	0,5	5,2	20,8	—	—	—
Ассирио-вавилонское (250 лет до н. э.)	69,8	1,4	1,8	5,8	13,5	2,2	—	1,0
Оконное стекло из Помпей (1 в. н. э.)	69,4	3,5	1,1	7,2	17,3	—	—	—

¹ Д. А. Тимм, Введение в химию, 1935, стр. 362

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	B ₂ O ₃	SO ₂
Современное оконное стекло	69—72	ок. 1	0,1—0,2	ок. 10	16—17	0,6—0,9	—	0,6—0,9
Бутылочное стекло	72—74		0,6	8,3	ок. 16	—	—	—
Химическое стекло	69,5	4,9	—	8,2	8,8	5,6	2,7	—
Кварцевое стекло „пирекс“	ок. 81	ок. 2	—	0,4	4,4	0,2	ок. 12	—
Кремнезёмное (1940 г.)	96,0	—	—	—	—	—	3,6	—

Фарфор. Производство фарфора в Китае ведётся с очень давних пор, и секрет его тщательно охранялся китайцами. В производстве фарфоровых изделий китайские мастера достигли высокой степени совершенства. До раскрытия способа изготовления белого «твёрдого» фарфора китайские изделия ценились очень высоко, пока в первой половине XVIII в. Иоганну Бетгеру не удалось найти хороший рецепт изготовления фарфора. В России секрет производства белого фарфора заново был раскрыт химиком Виноградовым, современником и другом Ломоносова.

История фарфора в интересной форме изложена в книге Е. Даиько «Китайский секрет».

Состав фарфоровых масс

Тип фарфора	Применение	Составные части (%)		
		Каолин	Полевой шпат	Кварц
Твёрдый фарфор	Электротехнические изделия, химическая посуда, хозяйственные изделия	40—55	20—30	25—30
Мягкий фарфор	Чайная и столовая посуда, декоративные изделия, скульптура . . .	25—40	30—60	30—40

Роль плавия, понижающего температуру обжига фарфоровой массы, выполняет полевой шпат; он плавится при более низкой температуре, чем другие компоненты смеси, и, заполняя промежутки между частицами массы, способствует получению сплавленного фарфорового «черепаха».

Мягкий фарфор отличается большим содержанием плавия; в сравнении с твёрдым фарфором он менее прочен механически, термически и химически.

Для фаянсовых изделий (с несплавленным черепком) масса составляется из 40—50% глинистых веществ (каолин и глина), 40—50% кварца и 0—10% полевого шпата.

Цемент. Гидравлический, т. е. способный затвердевать в воде, цемент был известен ещё древним римлянам, и до наших дней сохранились портовые сооружения (набережные, молы и пр.), построенные ещё в самом начале нашей эры, а также мосты, акведуки и тому подобные сооружения. В 1756 г. в Англии изобретён так называемый пуццолановый цемент, на котором был построен знаменитый эдинбургский маяк на открытых скалах Ламанша. В 1824 г. каменщик Джозеф Аспдин в Лидсе приготовил портландский цемент. Около 1868 г. французский садовник Монье в Париже начал впервые изготавливать изделия из железобетона — сначала большие кадки для цветов, а потом более сложные конструкции.

Четырёххлористый кремний как ДВ. Во время первой мировой войны 1914—1918 гг. SiCl₄ с успехом применялся для образования маскирующего дыма, особенно при совместном выпуске с аммиаком. Быстро испаряясь, он подвергается гидролизу влажной воздуха с образованием дыма, состоящего из частичек SiO₂:



Если вместе с SiCl₄ выпустить и аммиак, то для дымообразования используется также HCl, образующий с NH₃ дымовые частички хлористого аммония.

Периодическая система элементов

До открытия Д. И. Менделеевым периодического закона было сделано несколько попыток разбивки химических элементов на группы, включающие сходные между собою элементы. Однако все предшественники Менделеева ограничивались узкой целью удобной классификации элементов, и никто из этих авторов, включая и Лотара Мейера, не увидел за отдельными закономерностями общего, фундаментального закона химии, как это сделал Менделеев.

Д. И. Менделеев пришёл к своему открытию оригинальным путём, собрав и критически переработав огромный фактический материал.

6 марта 1869 г. на заседании Русского химического общества Н. А. Меншуткин (по причине болезни Д. И. Менделеева) сделал сообщение о новой системе элементов. В конце этого сообщения, напечатанного потом в журнале Общества, говорилось:

«1. Элементы, расположенные по величине их атомного веса, представляют явственную периодичность свойств.

2. Сходственные по химическим отправлениям элементы представляют или близкие атомные веса (подобно Pt, Ir, Os), или последовательно и однообразно увеличивающиеся (подобно K, Rb, Cs).

5. Величина атомного веса определяет характер элемента...

6. Должно ожидать открытия ещё многих неизвестных простых тел, например, сходных с Al и Si.

7. Величина атомного веса элемента иногда может быть исправлена, зная его аналогии...

8. Некоторые аналогии элементов открываются по величине веса их атома».

Таким образом, Менделеев открыл и чётко сформулировал закон периодичности и сделал из него важнейшие и далеко идущие выводы, блестяще подтверждённые всем дальнейшим развитием химии.

Во второй половине 1869 г. Менделеев придал своей таблице уже современный вид.

Д. И. Менделеев не только открыл периодический закон, но и ввёл его в науку, показав с необычайной силой убеждения и научного предвидения необходимость исправления принятых значений атомных весов некоторых элементов и возможность существования других, ещё не известных элементов.

На основании периодического закона Менделеев исправил неверные атомные веса ряда элементов (например бериллия, урана, платиновых металлов) и предсказал (1871 г.) свойства ещё не открытых тогда эка-алюминия — галлия (открыт в 1875 г. Лекоком-де-Буабодраном), эка-бора — скандия (открыт в 1879 г. Нильсоном), эка-силиция — германия (открыт в 1886 г. Винклером).

Свойства элементов, предсказанных Д. И. Менделеевым и открытых впоследствии

Эка-алюминий Eи	Галлий Ga
Открытие — вероятно, спектроскопически	Открыт при помощи спектроскопа
Атомный вес около 68	69,7
Удельный вес около 6	5,9
Атомный объём около 11,5	11,8
Удельный вес окиси 5,5	6,4
Температура плавления металла низкая	29,75°
Может давать квасцы	Дает квасцы
Окись легко восстанавливается	Восстанавливается из окиси водородом
Сернистый металл не осаждается сероводородом	Сероводород не осаждает Ga_2S_3
Эка-силиций Es	Германий Ge
Атомный вес 72	72,3
Удельный вес 5,5	5,469
Атомный объём 13	13,2
Формула окиси EsO_2	GeO_2
Удельный вес её 4,7	4,703
Удельная теплота 0,073	0,076
Хлористое соединение $EsCl_4$	$GeCl_4$
Температура кипения его около 90°	86°
Удельный вес его 1,9	1,887
Точка кипения его 160°	160°
Удельный вес 0,96	около 1
Металлоорганическое соединение $Es(C_2H_5)_4$	$Ge(C_2H_5)_4$

Эка-бор Eb	Скандий Sc
Атомный вес около 44	45,10
Удельный вес больше 3	Неизвестен
Окись (состав) Eb_2O_3	Sc_2O_3
Растворимость окиси, фосфор- нокислой и углекислой со- лей в воде	Нерастворим
С калием даёт двойную соль, но не квасцы	Дает двойные соли, но не квасцы

Когда Лекок-де-Буабодран первоначально определил для открытого им галлия удельный вес в 4,7, Менделеев написал ему, что по теоретическим расчётам удельный вес должен быть 5,9—6. Буабодран вновь сделал тщательные определения и нашёл удельный вес 5,9. «Я думаю, нет необходимости настаивать на огромном значении подтверждения теоретических взглядов господина Менделеева относительно плотности галлия», писал де-Буабодран.

«Следовательно, не остаётся никакого сомнения, что в скандии открыт эка-бор... Так подтверждаются самым наглядным образом мысли русского химика, позволявшие не только предвидеть существование названного простого тела, но и наперёд дать его важнейшие свойства» (Нильсон).

«Если мы имеем в германии дело с замечательным самим по себе элементом... то исследование его свойств составляет необыкновенно привлекательную задачу ещё и в том отношении, что задача эта является как бы пробным камнем человеческой проницательности. Вряд ли может существовать более яркое доказательство справедливости учения о периодичности элементов...» (Винклер).

После открытия галлия, скандия и германия Менделеев писал в «Основах химии»: «Писавши в 1871 г. статью о приложении периодического закона к определению свойств ещё не открытых элементов, я и не думал, что доживу до оправдания этого следствия периодического закона, но действительность отвеила иначе... и не прошло 20 лет, как я имел уже величайшую радость видеть все три открытиями...» Менделеев называл Нильсона, де-Буабодрана и Винклера «укрепителями периодического закона».

После открытия инертных газов к таблице элементов была прибавлена нулевая группа.

«Периодическому закону будущее не грозит разрушением, а только надстройки и развитие обещаются» (Менделеев).

«Менделеев, применив бессознательно гегелевский закон о переходе количества в качество, совершил научный подвиг, который смело можно поставить рядом с открытием Леверрье, вычислившего орбиту ещё неизвестной планеты — Нептуна»¹.

В 1912 г. английский физик Генри Мозли показал, что основой для периодической системы должен служить порядковый номер (положительный заряд ядра), а не атомный вес.

В свете новых открытий периодическая система не только не утратила своего значения, но получила новый, ещё более глубокий смысл.

¹ Ф. Энгельс, Диалектика природы, 1946, стр. 45.

Электролитическая диссоциация

Исторические сведения. Уже в 1805 г. русский учёный Фёдор Гротгус допускал существование электрически заряженных частичек электролитов в растворах. В 1877 г. русский физик Р. Ленц ввёл понятие об эквивалентной электропроводности; его исследование сильно разбавленных водных и неводных растворов явились исходной точкой первых работ С. Аррениуса.

Шведский химик С. Аррениус в своей докторской работе в 1884 г. объяснил изменяющуюся с концентрацией электропроводность электролитов тем, что они состоят из активно проводящих ток и инативных, не проводящих тока молекул в меняющихся соотношениях.

Когда Аррениус сообщил о новой теории своему учителю проф. Клеве, тот ответил: «У вас есть новая теория? Это весьма интересно». И затем добавил: «Прощайте»¹.

Аррениус написал о своей работе ряду учёных, однако «...от большинства из них я получил весьма дружественные ответы, — пишет Аррениус, — и все они были очень рады со мной познакомиться и т. д., но дальше ничего не было. Единственным исключением оказался Оствальд»¹.

Оствальд настолько заинтересовался статьёй, что в конце концов сам отправился к её автору.

В 1887 г. Аррениус придал окончательную форму своей теории.

Вначале новая теория была встречена очень холодно, а проф. Армстронг (Англия) сравнивал её даже с теорией флогистона. Но совместные усилия и труды Аррениуса, Оствальда и Ван'т-Гоффа скоро завоевали ей всеобщее признание.

В 1903 г. Аррениусу была присуждена нобелевская премия. По иронии судьбы формулировать основания для получения этой премии пришлось тому самому Клеве, который 17 лет назад распрощался с Аррениусом, впервые услышав о теории электролитической диссоциации.

Степень электролитической диссоциации кислот и оснований

Растворы нормальные при 18°	Степень диссоциации (в %)
Кислоты	
Очень сильно диссоциированы: HCl, HBr, HI, HMnO ₄ , HNO ₃ , HClO ₃ , HClO ₄	70—около 100
Сильно диссоциированы: H ₂ SO ₄	20—70
Умеренно диссоциированы: H ₃ PO ₄ , H ₂ F ₂ , H ₂ SO ₃	1—20
Слабо диссоциированы: H.CN ₃ COO (уксусная), H ₃ PO ₃ , HNO ₂	0,1—1,0
Очень слабо диссоциированы: H ₂ CO ₃ , H ₂ S, HCN, HClO, H ₃ BO ₃	Менее 0,1

¹ Тимм, Введение в химию, 1935, стр. 277.

Растворы нормальные при 18°	Степень диссоциации (в %)
Основания	
Очень сильно диссоциированы: KOH, NaOH, RbOH, CsOH, Ba(OH) ₂	70—около 100
Сильно диссоциированы: LiOH, Ca(OH) ₂ , Sr(OH) ₂	20—70
Умеренно диссоциированы: AgOH	1—20
Слабо диссоциированы: NH ₄ OH	0,1—1
Очень слабо диссоциированы: Al(OH) ₃ , Zn(OH) ₂ , Fe(OH) ₃ и гидроокиси многих металлов	Менее 0,1

Электролитическая диссоциация воды

1 л воды при 20° содержит:

$$\text{ионов водорода } \frac{1}{10000000} = 10^{-7} \text{ молей (H}^+);$$

$$\text{ионов гидроксидов } \frac{1}{10000000} = 10^{-7} \text{ молей (OH}^-).$$

Концентрация водородных ионов обозначается величиной pH, которая является отрицательным логарифмом (десятичным) концентрации H⁺ в растворе.

$$\text{Так, для воды концентрация [H}^+] = \frac{1}{10000000} = 10^{-7};$$

$$\lg 10^{-7} = -7 \lg 10 = -7;$$

$$-\lg 10^{-7} = 7 = \text{pH}$$

Концентрация [H ⁺]:	1	10 ⁻⁷	10 ⁻¹⁴
pH:	0 1 2 3 4 5 6	7	8 9 10 11 12 13 14
Реакция:	кислая	нейтр.	щелочная

Натрий и калий

Исторические сведения. Едкий натр и едкое кали до начала XIX в. считались простыми веществами, но уже Лавуазье предположил, что они являются соединениями кислорода с какими-то неизвестными элементами. Металлические натрий и калий были впервые получены Г. Дэви в 1807 г. электролизом твёрдых щелочей.

«Маленький кусочек кали, который в течение нескольких секунд был выставлен на воздух, так что его поверхность сделалась проводящей, был помещён на изолированный платиновый диск, соединённый с отрицательным полюсом интенсивно действовавшей батареи... В то же время платиновая проволока, соединённая с положительным полюсом, была приведена в соприкосновение с верхней поверхностью щёлочи... Кали начало плавиться у обеих точек электризации, причём

с верхней поверхности наблюдалось энергичное выделение газа; у нижней, отрицательной поверхности... появились маленькие шарики с сильным металлическим блеском. Некоторые из них сейчас же после своего образования сгорали со взрывом и с появлением яркого пламени, другие же... только тускнели, и поверхность их покрывалась в конце концов белой плёнкой». При разложении едкого натра «шарики в момент своего образования часто сгорали, а иногда взрывались распадаясь на мелкие шарики; они проносились с большой скоростью через воздух в состоянии интенсивного горения, образуя удивительно красивые огненные струи» (Дэви).

Для своих опытов Дэви употреблял мощные вольтовые столбы, на которые одной меди (в виде пластинок) пошло около 66 м².

Дэви назвал открытые им металлы *содий* (sodium) и *потассий* (potassium); эти названия сохранились в английском и французском языках, по-немецки же эти элементы стали называться *калием* и *натрием* (Гильберт, 1810 г.) от предложенных М. Клапротом в 1796 г. названий кали и натр для соответствующих окисей; название *натрий* ввёл в 1811 г. Берцелиус.

Калий и натрий в природе. Соли натрия легко вымываются из почвы, соли калия, наоборот, прочно удерживаются, что имеет огромное значение для развития наземных растений и обуславливает относительную бедность солями калия морской воды. В результате соли натрия концентрируются в морях, а соли калия рассеяны в почве. У животных натрий сосредоточен в тканевых соках (лимфа, кровь и т. д.), а калий — в самих тканях.

Производство металлического калия и натрия. Металлического калия производится немного вследствие его ограниченного применения (лаборатории, физические приборы).

Металлический натрий производится в промышленном масштабе. Одна из важнейших областей применения металлического натрия — промышленность синтетического каучука, где металлический натрий употребляется как катализатор для полимеризации бутадиена в каучукобразный продукт. Кроме того, металлический натрий применяется для натриевых баббитов и других сплавов, синтеза красителей, фармацевтических препаратов и др. Ежегодная мировая добыча соединений натрия (главным образом NaCl) исчисляется многими миллионами тонн, выработка калийных солей составляет около 2 млн. т.

Сплавы К-Na. В широких пределах колебания состава сплавы К-Na остаются жидкими при обычной температуре.

Состав сплава	Температура плавления
76% К, 24% Na	-12,6°
50% К, 50% Na	+12,0°

Соли Na и K

Глауберова соль. Открытие приписывается Глауберу, получившему её при действии серной кислоты на поваренную соль и назвавшему за слабительное действие — *sal mirabile* (удивительная соль). Однако Г. Фестер указывает, что, по Кункелю, рецепт её приготовления существовал ещё за 100 лет до Глаубера в секретных инструкциях Саксонского двора¹.

В СССР природный источник глауберовой соли — залив Кара-Богаз-Гол. Залив Кара-Богаз-Гол впервые был обследован лейтенантом Жеребцовым в 1847 г. Интересные подробности этого исследования можно найти в книге К. Паустовского «Кара-Бугаз». Площадь залива — 18 тыс. км², уровень на 0,78 м ниже уровня Каспийского моря. Морская вода, проходящая в него через узкий и мелкий пролив, вносит огромное количество солей, благодаря чему солёность Кара-Богаз-Гола поднималась в течение тысячелетий до 24% (при солёности Каспийского моря всего лишь в 1,3%). При падении температуры воды ниже +5,5°С начинается кристаллизация глауберовой соли, которая частью оседает на дно, частью же остаётся во взвешенном состоянии и выбрасывается волнами на берег. Промышленная эксплуатация богатств залива началась в 1925—1926 гг.

Сода. В древности для производства мыла и стекла употреблялась сода из египетских содовых озёр, а также из золы натронных растений. В XVIII в. большое количество соды добывалось в Испании из золы солончаковых растений, которые специально культивировались по берегам моря.

На юге Франции сода добывалась из золы водорослей. Развитие хлопчатобумажной промышленности и сильно возросший спрос на соду поставил вопрос об её искусственном получении. В 1775 г. Французская академия наук назначила премию в 12 000 ливров за изобретение промышленного способа получения соды из поваренной соли. Задачу удалось решить Николаю Леблану, который в 1789 г. предложил герцогу Орлеанскому организовать производство соды по новому методу. Построенный в Сен-Дени (близ Парижа) завод ежедневно вырабатывал 100—120 кг соды. Но в 1793 г. герцог Орлеанский был казнён, а имущество его (в том числе и завод) конфисковано; в 1794 г. в связи с военными обстоятельствами патенты Леблана были аннулированы. В 1801 г. Леблан получил завод обратно, но из-за материальных затруднений не смог возобновить производство. Нищета и смерть любимой дочери привели Леблана в 1806 г. к самоубийству. После его смерти изобретённый им способ в широком масштабе стал эксплуатироваться в Англии и Франции, а затем и в других странах. В России первый содовый завод был построен в 1864 г. в бывш. Томской губернии, а затем в 1865 г. в бывш. Московской губернии.

Содовый завод на берегу Кара-Богаз-Гола работает по видоизменённому способу Леблана.

Первый завод получения соды по способу Сольве начал работать в Брюсселе (Бельгия) в 1863 г.; в России — в 1869 г. в бывш. Казанской губернии.

Поваренная соль — см. стр. 213.

Селитра чилийская — см. стр. 225.

Калийные соли. До второй половины XIX в. основным источником калийных солей служила зола растений. Первые крупные месторождения были открыты ещё в сороковых годах XIX в. в Стассфурте (Прусская Саксония) в результате бурения с целью получения поваренной соли. Бурение показало, что до глубины в 300 с лишним метров идут негодные для пищевых целей, «отбросные» соли. От дальнейшего бурения решили воздержаться. В 1851 г. горный инженер Карналь (по его имени назван карналлит) предложил пробурить две шахты, и тогда на глубине почти 350 м открыли залежи чистой поваренной соли. Калиевые соли шли в отвалы. По предложению Либиха их пробовали применять для удобрения полей, но из-за примесей результаты получились плохие. Лишь после работ химика

¹ Г. Фестер, История химической техники, 1938.

А. Франка удалось наладить переработку стассфуртских солей на хлористый калий. В дальнейшем залежи калийных солей были открыты и в других районах Германии, а также в Эльзасе. До войны 1914—1918 гг. на долю Германии приходилось свыше 99% мировой добычи.

После первой мировой войны положение изменилось: источники калия нашлись в ряде других стран, особенно же велики они в СССР. Соликамско-Березниковское месторождение обладает значительными запасами, превышающими запасы капиталистических стран. Помимо Соликамского месторождения, залежи калия установлены ещё в целом ряде других районов СССР.

История открытия Соликамского калийного месторождения очень поучительна и интересна. До революции считалось, что в России нет крупных запасов калия, хотя ещё в 1911 г. инженер Глушков обнаружил присутствие солей калия в Соликамском районе. В 1916—1918 гг. после анализов и исследований Н. С. Курнакова наличие калийных залежей у Соликамска не вызывало больше сомнений. Геолог Преображенский в 1925 г. провёл большие поисковые исследования в районе Соликамска и обнаружил наличие мощных пластов сильвинита и карналлита на огромной площади. В книге К. Паустовского «Великан на Каме» приводится рассказ о том, как Преображенскому «надоело» открывать новые пласты калийных солей: «Вы спрашиваете, как могло Преображенскому надоесть это дело? Очень просто. Надо было выяснить площадь залегания калия. Преображенский пошёл к югу, начал закладывать скважины через каждые 5 километров — пласт становился чем дальше, тем толще. Тогда Преображенский решил рыть скважины через 10 километров — всё то же! А время — и немалое время — идёт. Преображенский делает скачок в 25 километров до Березников — пласт ещё богаче. Как вы думаете, есть от чего притги в отчаяние?»

Первая калийная шахта была заложена близ г. Соликамска 20 октября 1927 г.; первый Соликамский комбинат пущен в эксплуатацию в марте 1934 г.

В плане четвёртой пятилетки стоит постройка второго калийного комбината на Урале (см. стр. 354).

Кальций

Исторические сведения. Металлический кальций впервые был получен в 1808 г. Берцелиусом и Понтином электролизом смеси CaO со ртутью, а также Г. Дэви — электролизом немого смоченной водой CaO .

Биологическое значение кальция. «Кальций — наиболее распространённый в организмах металл. Его количество в живом веществе в среднем должно превышать 1% по весу... В море углекислый кальций образуется в твёрдом состоянии почти исключительно в живом веществе, или биохимическим путём... Вся масса кальция, ежегодно вливаемая реками в океан в виде карбонатов и бикарбонатов, отлагается в нём в тот же срок в виде биогенного углекислого кальция... Количество кальция, ежегодно вливаемого реками в океан в растворённом состоянии, составляет $4,5\text{--}6 \cdot 10^8 \text{ т}$ »¹.

«Куда же девается углекислый кальций морей?.. Перед нами встаёт грандиознейшая картина строителей жизни. Громадные здания пролетарской столицы — Москвы, дома Парижа или Вены, острые пики Альпийской горной системы, высоты Крымских гор, живописные Жигули на Волге или самые высокие, ещё не побеждённые вершины величайшей горы Эвереста — всё это в своей основе построено микроскопическими животными тонкого ажурного рисунка и бесконечно тонкими иголочками и их сплетением»¹.

Значение кальция для организмов отнюдь не ограничивается участием его солей в построении скелета. Ион Ca^{++} играет важнейшую роль в возбуждении и регуляции работы сердца. Лишенная ионов кальция кровь не свёртывается на воздухе.

Гипс. Мировая добыча сырого гипса составляет около $6,5\text{--}7$ млн. т в год.

Обжиг при температурах не выше 200° даёт жжёный гипс, или алебастр. Обжиг при $300\text{--}600^\circ$ даёт «мёртвый гипс». При ещё более сильном обжиге ($1200\text{--}1300^\circ$) образуются основные соли сернокислого кальция (гидравлический гипс), которые при замешивании с водой дают быстро твердеющую массу.

Мрамор. Мрамор является кристаллической природной формой CaCO_3 , образовавшейся в глубинных слоях земной коры в результате перекристаллизации углекислого кальция осадочного происхождения при высокой температуре и большом давлении.

Лёгкость обработки мрамора и его разнообразие и красота оттенков ещё в древние времена сделали его ценным материалом для строительных работ (главным образом для внутренней отделки зданий) и для скульптуры.

Мрамор на Московском метро. Станции Московского метро представляют собою своеобразную коллекцию лучших сортов отделочного мрамора разнообразных красивых оттенков. На некоторых станциях из мрамора разного рода выполнены большие настенные картины-панно (станции «Завод им. Сталина», «Новокузнецкая», «Павелецкая» и др.).

Для наружной отделки зданий мрамор мало пригоден, так как легко подвержен воздействию атмосферных влияний. «Оказывается, что воздух, особенно городов, содержит в себе много ядовитых для мрамора веществ, и поэтому дождевая вода разрушает этот камень необычайно быстро и сильно: мы знаем, что в столетие в среднем растворяется около 1 мм, не меньше, а в тысячу лет — целый сантиметр»². Результаты таких процессов можно наблюдать на могильных плитах старых кладбищ.

Из истории карбида кальция. «В значении этого нового вещества убедились довольно странным путём. При начальных опытах плавления в электрической печи нагревали в последней наряду со многими другими веществами наугад уголь с известью. Получившееся новое тело казалось не имевшим никакой цены, и его выбросили на фабричный двор. Вскоре после этого пошёл дождь, и рабочие заметили, что этот поток извести унаследовал чувствительность последней к воде. Но вода не вызвала простого гашения, а выделяла газ неприятного запаха, обладавший способностью прекрасно гореть... Этот газ был ацетилен»³.

¹ А. Е. Ферсман, Занимательная минералогия, 1937, стр. 160.

² Там же, стр. 164.

³ Лассар-Кои, Химия за час, стр. 60.

¹ В. И. Вердацкий, Очерки геохимии, 1934, стр. 204, 207.

Производство карбида кальция в большом масштабе началось в 1894 г.

Мировое производство карбида кальция в 1913 г. составляло 400 тыс. т; большая часть полученного из него ацетилена пошла на нужды освещения и не более четверти — на нужды ацетиленовой сварки.

В 1929 г. было выработано 1400 тыс. т карбида кальция; из них 650 тыс. т было израсходовано на производство цианамидов кальция, 648,5 тыс. т на нужды ацетиленовой сварки и резки, остальное — для целей органического синтеза и другие нужды.

За последнее время ацетилен приобретает всё большее значение как исходное вещество для многих практически важных органических продуктов — см. стр. 271.

Медь

Исторические сведения. Древнейшие находки медных предметов в Египте относятся к V в. до н. э.; ту же дату можно признать и для Месопотамии. В Трое медь вошла в употребление за 3000—2500 лет до н. э., в Китае также приблизительно за 3000 лет. Благодаря своей мягкости, медь как материал для орудий производства получила значение лишь в сплавах. Открытие способа получения бронзы, повидимому, было сделано самостоятельно в различных местах: например, бронзу знали также древнеамериканские культурные народы. Медные предметы, встречающиеся в период каменного века на территории Средней и Восточной Европы, несомненно ввозились, в бронзовый же век (начался примерно со II в. до н. э.) имела уже место значительная местная добыча меди. Начиная с 1372 г., медь начали применять также для изготовления оружия: в этом году в Нюрнберге была отлита из бронзы первая пушка.

Потребление меди в СССР распределяется следующим образом (в %):

Электротехника	37
Полуфабрикаты (листы, ленты, палки, трубы, проволока) и сплавы	33
Фасонные отливки из сплавов (краны, арматура, втулки, вкладыши, художественные отливки и пр.)	27
Химические соединения (медный купорос, краски и пр.)	3

Самородки меди достигают веса в 420 т (в месторождениях самородной меди у Верхнего озера в США; эти месторождения разрабатывались ещё индейцами, разработка белыми началась в 1867 г.).

Биологическое значение меди. Присутствие меди в животных и растениях стало известным уже 100 лет назад. Больше всего меди содержится в организмах некоторых беспозвоночных (осьминоги, устрицы). У высших животных она накапливается главным образом в печени и клеточных ядрах других тканей, клетки же опухолей, наоборот, содержат очень мало меди. Уменьшение поступления меди в организм влечёт уменьшение новообразования гемоглобина и анемию.

Алюминий

Исторические сведения. Металлический алюминий тщетно пытались получить в 1808 г. Берцелиус и Дэви, причём последний писал: «Если бы мне посчастливилось получить металлическое вещество, ко-

торое я ишу, я предложил бы для него название алюмин»¹. Первый алюминий (печистый) был получен в 1825 г. профессором физики Копенгагенского университета Эрстедом, получившим его действием амальгамы калия на $AlCl_3$ и последующей отгонкой ртути нагреванием. Чистый алюминий впервые получил в 1827 г. Вёлер прокаливанием $AlCl_3$ с металлическим калием. В 1854 г., независимо друг от друга, Бунзен в Гейдельберге и Сен-Клер-Девиль в Париже получили алюминий при помощи электролиза расплавленной двойной соли хлористого алюминия и хлористого натрия. В 1855 г. на Всемирной Парижской выставке среди севрского фарфора было выставлено и «серебро Девилля», стоимость 1 кг этого «серебра из глины» составляла около 1200 зол. руб. При поддержке Наполеона III, насаждавшего получить возможность снабдить лёгкими панцирями свою армию Девиль организовал промышленное получение алюминия восстановлением $AlCl_3$ натрием. Но Наполеону III вместо панцирей для армии пришлось сначала удивляться алюминиевыми обеденными сервизами для своего стола и пуговицами для мундира. Однако в 1859 г. Девилью удалось получить уже 1680 кг Al, причём исходным материалом стал служить боксит, а в качестве плавня — криолит; вместо $AlCl_3$ применялась $AlCl_3 \cdot 3NaCl$. Ещё через два года цена Al снизилась до 70 зол. руб. за 1 кг. С 1882 г. алюминиевые заводы начали возникать и в других странах, причём благодаря различным усовершенствованиям к 1889 г. цена 1 кг снизилась до 19 зол. руб., но ещё в 1888 г. Д. И. Менделееву в Лондоне поднесли в качестве ценного подарка кубок, сделанный из алюминия.

В 1886 г. Эру во Франции и Холл в США независимо друг от друга разработали способы электролитического получения Al. В 1888 г. по способу Эру начал работать маленький завод около Питтсбурга, а вскоре на Ниагарском водопаде заработали большие заводы. В 1891 г. цена 1 кг алюминия составляла 3 зол. руб., в 1899 г. — 1 руб., а затем спустилась до 40—50 коп.

Алюминий — важный стратегический материал. Военное значение алюминия обусловлено главным образом сильным развитием авиации и ведущей ролью алюминия в самолётостроении.

Германия, готовясь к войне, сильно развила свою алюминиевую промышленность и в 1939 г. занимала первое место в мире по выплавке алюминия. Во время войны в США и Канаде (и в других странах) было быстрыми темпами развёрнуто производство алюминия, значительно превысившее уровень производства алюминия в Германии.

Для СССР в связи с временной оккупацией немцами района Запорожья, где производилось большое количество алюминия на базе энергетической Днепротэса, в первый период Отечественной войны проблема алюминия приобрела особую важность. Большую роль в разрешении этой проблемы сыграл уральский алюминий.

Уральский алюминий. В 1930 г. молодой инженер Каржавин обнаружил в музее одного уральского рудника образец с надписью «плоская железная руда с содержанием железа 21%». Обратив внимание на внешнее сходство образца с иностранными бокситами, Каржавин подверг образец анализу. Анализ показал, что эта «плохая железная руда» является первоклассной алюминиевой (бокситовой) рудой. В районе, откуда был взят образец, обнаружены богатые месторождения бокситов. На этой базе было создано крупное

¹ От латинского *alumen* — «васца».

производство алюминия, сыгравшее важную роль во время Отечественной войны 1941—1945 гг.

Бокситовые руды считаются пригодными для переработки при содержании 30—80% глинозёма, до 20% кремнезёма и до 30% и более железа.

Алюминиевые сплавы — см. стр. 139.

Алюминотермия. Термит. Впервые русский химик Н. Н. Бекетов (1826—1911) применил алюминий в качестве восстановителя для получения в свободном виде ряда трудно восстанавливаемых металлов из их оксидов: бария (1859 г.), калия (1865 г.), рубидия (1885 г.). Только в течение первых десяти лет XX столетия реакция Бекетова нашла около 50 тыс. случаев применения.

Термитная зажигательная авиабомба горит ярким пламенем желтоватого оттенка с выделением небольшого количества лёгкого дыма. Горение небольшой бомбы продолжается 3—5 мин., а отдельных брызг расплавленного термита, выброшенных из бомбы, 10—30 сек. Электронно-термитная бомба (электрон — сплав, см. стр. 141) горит ослепительно беловато-голубоватым пламенем, выделяя белый тяжёлый дым, который покрывает всё место горения белым налётом; при взрыве она разбрасывает осколки в радиусе 3—5 м.

Железо

Исторические сведения. «Железо стало служить человеку, последнее и важнейшее из всех видов сырья, сыгравших революционную роль в истории... Железо создало обработку земли на крупных площадях, обеспечило расчистку под пашню широких лесных пространств; оно дало ремесленнику орудие такой твёрдости и остроты, которым не мог противостоять ни один камень, ни один из известных тогда металлов»¹.

«Утверждение Страбона, что у одного арабского племени 10 фунтов золота отдавались за 1 фунт железа и 2 фунта золота за 1 фунт серебра, отнюдь не кажется неправдоподобным»².

Отдельные негритянские племена были хорошо знакомы с металлургией железа, но никогда не знали меди и бронзы.

В каменной кладке пирамиды Хуфу, построенной за 2900 лет до н. э., было найдено стальное долото.

Железо в гомеровских поэмах называется «многотрудным металлом», так как оно труднее поддаётся ковке, чем медь.

В раскопках в Афинах, в могилах IX—VIII вв. до н. э. найдено много железного оружия (мечи, топоры и копья). В Олимпии в слоях, относящихся к тому времени, встречаются кованые железные гвозди. Гомер упоминает в Одиссее и о закалке стали:

«Расторопный ковач, изготовив топор иль секиру,
В воду металл (на огне раскаливши его, чтоб двойную
Крепость имел) погружает...».

Лучшие римские стали содержат значительно больший процент углерода, чем греческая сталь. Больших успехов достигли римляне и в плавке металлов: Плиний в «Естественной истории» упоминает

о том, что «железо при плавке делается жидким, как вода, и после этого ломается».

Биологическое значение железа. Железо является основным катализатором дыхательных процессов. Организм взрослого человека содержит 3—3,5 г железа, из которых приблизительно 75% входит в состав гемоглобина. Ткани содержат органические соединения Fe, катализирующие процессы дыхания в клетках. Наиболее богаты железом печень и селезёнка. Недостаток железа часто является причиной хлороза у растений и анемии у животных.

Курская магнитная аномалия. В 1874 г. доцентом Казанского университета Смирновым было замечено, что в ряде мест бывшей Курской губернии происходит отклонение магнитной стрелки от нормального положения. В 1896 г. профессор Московского университета Э. Е. Лейст, занявшись этим вопросом, пришёл к заключению, что причиной магнитных отклонений (аномалий) является присутствие в этих местах гигантских залежей магнитных руд. Правительство старой России не только не использовало открытий Лейста, но даже не заинтересовалось им. Геологический комитет, куда обратился Лейст, дал заключение, что наличие магнитной аномалии ещё не предопределяет существования залежей железной руды в данном месте. После такого заключения Лейста стали считать фантазёром. Убеждённый в своей правоте, он на свой собственный страх и риск продолжает работу и в 4121 пункте продольно измеряет магнитные измерения, но все свои записи, карты, изыскания нигде не печатает. Когда в 1918 г. Лейст уехал лечиться в Германию, он увёз с собою все свои записи. Вскоре он там умер.

Дальнейшее развёртывание работ на КМА последовало уже в годы советской власти. По прямому распоряжению В. И. Ленина была создана научная комиссия, которая приступила к изучению КМА. Воспользовавшись данными проф. Лейста не пришлось, так как все его материалы остались в Германии. Разведки, которые были проведены советскими учёными, подтвердили предположения Лейста. Чрезвычайно важно, что эти руды дают возможность создать новую металлургическую базу в центре Европейской части СССР.

Особое внимание было уделено КМА на XVIII съезде ВКП(б) (1939 г.). В резолюции XVIII съезда дано указание: «Приступить к строительству шахт в районе Курской магнитной аномалии, как дополнительной базы чёрной металлургии Центра, и провести подготовительные мероприятия к строительству металлургического завода в районе Курской магнитной аномалии». Использование железных руд КМА ставится в качестве одной из важных задач в плане четвёртой пятилетки (см. стр. 351).

Металлургия железа. «Доменный процесс сказочно красив. Это — неслыханно тяжёлое, но мудрое и радостное превращение бесформенной породы и руды в металл»³. До XVI в. чугун часто считали отбросом производства, отражением чего служит английское название чугуна (в болванках) pig-iron («свинское железо»); в России в XVII в. застывшую чугунную болванку называли «свинья железа литого» (ср. современный термин «чущика»).

В середине XVI в. доменная плавка руды на чугун и передел последнего в железо не были ещё известны ни в Италии, ни в основных областях Германии и оставались, повидимому, лишь достижениями

¹ Ф. Энгельс, Происхождение семьи, частной собственности и государства, Партиздат, 1937, стр. 214.

² К. Маркс, К критике политической экономии, Политиздат, 1939, стр. 108.

³ И. П. Бардин, Жизнь инженера, изд-во «Молодая гвардия», 1938.

французской и фландрской металлургии, где эти новые технические способы зародились.

В XVI в. появились шахтные печи высотой до 4 м (блауофен), дававшие 30—35 т металла в сутки, причём мехи для дутья приводились в движение водяными колёсами. Когда научились переделывать чугун, создана была особенно высокая шахтная печь — доменная; такие печи начали появляться уже в XVI в.

В 1779 г. в Англии был построен первый чугунный мост (Корбрук-дельский) из одной арки пролётом в 30,5 м; в 1787 г. — первое речное судно с корпусом из железных листов.

В 1855 г. Бессемер получил свой первый патент на «усовершенствование в получении железа и стали».

В 1864 г. во Франции инженерами Эмилем и Пьером Мартен (отец и сын) была пущена первая регенеративная печь, специально построенная Сименсом для выплавки стали посредством сплавления чугуна с железным ломом непосредственно на поду печи. В конце 1866 г. начала работать мартеновская печь в Бирмингеме, в 1869 г. — первая мартеновская печь в Америке.

Металлургия железа в России. В 1698 г. кузнечный мастер Демидов нашёл на Урале залежи магнитной железной руды. Об этой руде Андрей Виниус писал Петру I: «Лучше той руды быть невозможно и во всём мире не бывало, так богата, что из ста фунтов руды выходит сорок фунтов чугуна. Пожалуйста, подкужай послам, чтоб нашли железных мастеров добрых, умевших сталь делать».

В 1742 г. Ломоносов написал «Первые основания металлургии». Книга содержит статьи: «О металлах и с ними находящихся в металлах других минералах», «О рудных местах, о жилах и о прискоках», «Об учреждении рудников», «О пробе руд и металлов», «Об отделении металлов и других прибавлений», «О вольном движении воздуха, в рудниках примеченном» и «О слоях земных». Эта книга сыграла значительную роль в развитии русской металлургии. Большой вклад в теорию металлургических процессов внесли русские учёные Д. К. Чернов, А. А. Байков, М. А. Павлов и др. (см. книгу Гиляровского «Русские инженеры»).

В начале XIX в. русская древесноугольная металлургия была передовой в техническом отношении не только по размерам доменных печей (знаменитая доменная печь Невьянского завода на Урале имела высоту 13,2 м), но и по качественным показателям.

Первые опыты бессемерования в России были сделаны в 1869 г. (Воткинский и Тагильский заводы), внедрился же этот способ только с 1872 г. (Обуховский завод).

Первая мартеновская печь была построена в 1870 г. на Сормовском заводе.

Чёрная металлургия и индустриализация СССР. Развитие чёрной металлургии является показателем технического и культурного прогресса страны, основой её независимости и обороноспособности.

В. И. Ленин в 1913 г. писал: «Относительно железа — одного из главных продуктов современной промышленности, одного из фундамента, можно сказать, цивилизации, — отсталость и дикость России особенно велика»¹. За эту отсталость жестоко расплачивалась русская армия в войне 1914—1918 гг., испытывая острый недостаток снарядов и другого вооружения.

Во время интервенции и гражданской войны производство чугуна

в РСФСР сильно упало. Выплавка чугуна в 1919 г. составляла всего 2,7% от выплавки в 1913 г. в России.

По окончании периода гражданской войны чёрная металлургия становится в центре внимания партии и правительства.

В. И. Ленин в 1923 г. указывал:

«Без спасения тяжёлой промышленности, без её восстановления мы не сможем построить никакой промышленности, а без неё мы вообще погибнем, как самостоятельная страна»¹.

XIII съезд партии (весна 1924 г.) выдвинул важнейшую задачу: «В области поднятия государственной промышленности задачей наступающего периода является поднятие металлургии»². В 1925 г. Ф. Дзержинский, тогдашний руководитель тяжёлой промышленности, так формулировал задачу о металле: «Рабоче-крестьянская Россия — разве она может быть другой, как не металлической, как именно такой базой, которая могла бы защитить наше государство и крепко держать октябрьские завоевания? Только с металлом, как со своей базой, она может это выполнить и поднять производительные силы, которые кроются в недрах нашей земли»³.

В докладе на XVI съезде партии в 1930 г. товарищ Сталин подчёркивал, что «без дальнейшего ускорения темпа развития металлургии мы рискуем поставить под угрозу судьбу всего нашего промышленного производства»⁴. В числе важных очередных задач товарищ Сталин наметил создание новой угольно-металлургической базы на Востоке — Урало-Кузнецкого комбината. В последующие годы эта задача была успешно выполнена. Подводя итоги первой пятилетки, товарищ Сталин мог сказать: «У нас не было чёрной металлургии, основы индустриализации страны. У нас она есть теперь»⁵. «Заложены основы Урало-Кузнецкого комбината — соединения кузнечного коксующегося угля с уральской железной рудой. Новую металлургическую базу на востоке можно считать, таким образом, превращённой из мечты в действительность»⁶.

Общезвестна исключительно важная роль, которую сыграла металлургическая база на Востоке во время Отечественной войны 1941—1945 гг. Благодаря дальновидной политике партии в отношении чёрной металлургии Советская армия не испытывала недостатка в металле.

Состав железных и марганцевых руд главнейших месторождений СССР (в %)

Руда	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Mn	P	S
Магнитный железняк	64,15	1,75	3,36	0,20	0,14	0,09	0,03	0,19
Красный железняк-гематит	64,61	4,10	1,10	1,39	0,10	0,19	0,04	0,035

¹ Ленин, Соч., т. XXV, стр. 349.

² Цитируется по книге «Техническая реконструкция в первой пятилетке»; Соц. эконз., 1934, стр. 149 и 150.

³ Там же.

⁴ И. В. Сталин, Политический отчёт ЦК XVI партсъезду.

⁵ И. В. Сталин, Итоги первой пятилетки, 1933 г.

⁶ И. В. Сталин, Отчётный доклад XVII съезду партии 26 января 1934 г.

¹ Ленин, Соч., т. XVI, «Железо в крестьянском хозяйстве», 1913, стр. 357.

Руда	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Mn	P	S
Бурый железняк, обожжённый (Урал)	61,00	5,10	1,30	1,30	следы	1,73	0,01	следы
Марганцевая руда (Кавказ)	0,55	5,09	1,80	1,58	—	55,15	—	—
Марганцевая руда (Украина)	2,24	8,9	10,34	—	—	44,19	0,34	—

Керченское месторождение бурого железняка — одно из самых крупных месторождений СССР. Содержание железа в руде около 40%. Содержит ванадий.

Халиловские (Урал) бурые железняки содержат примеси хрома, никеля и ванадия. Из них выплавляются природно-легированные хромоникелевые чугуны, имеющие большое значение в машиностроении. Среднее содержание железа в руде — 40%.

Ферросплавы

Ферросплавами называют сплавы железа с другими металлами, применяемые для получения специальных сталей или непосредственно в машиностроении.

Ферроспидий —	сплав с содержанием	Si 12—90%
Ферромарганец —	" "	Mn до 80%
Феррохром —	" "	Cr около 60%
Феррованадий —	" "	V 40—60%
Зеркальный чугун —	" "	Mn 10—25% и Si до 2%
Ферровольфрам —	" "	W до 85%
Ферромolibден —	" "	Mo 50—65%

Качественные стали. За последние десятилетия широкое развитие получила металлургия качественных сталей — нержавеющей, жароупорных, кислотоупорных, механически прочных и т. д. Рецептура этих сталей очень разнообразна.

Влияние наиболее важных легирующих добавок:

Хром — повышает твердость стали и её химическую стойкость.

В жароупорных сталях содержание хрома доходит до 25—28%.

Никель — увеличивает крепость и вязкость стали. Применяется для конструкционных сталей вместе с хромом (иногда с примесью ванадия). Хромоникелевая сталь идёт для броневых плит и оружейных стволов.

Вольфрам — сильно повышает твердость и крепость стали. Применение — инструментальная сталь, токарные самокаливающиеся резцы, стволы пушек, бронебойные пули и снаряды, броня.

Ванадий — в небольших количествах (0,2—0,5%) повышает твердость и вязкость сталей. Ванадиевая сталь идёт для ответственных

¹ Вследствие малого содержания P, S и других вредных примесей руда особенно пригодна для выплавки высококачественных чугунов специального назначения.

деталей машин (валы, клапаны), для брони, стальных шлемов, стволов пушек и т. д.

Молибден — повышает упругость стали и улучшает её свариваемость (содержание Mo — 0,15—0,25%). Молибденовая сталь — хороший конструкционный материал для самолётов всех типов.

Нержавеющая сталь как декоративный материал. Из хромоникелевых сталей наибольшее распространение получили стали с содержанием 17—20% Cr, 8—10% Ni, с небольшим содержанием углерода (до 0,15%), часто обозначаемые, как «сталь 18—8». Кроме того, отдельные сорта стали содержат небольшие количества Si, Mn, Ni, Ti.

Нержавеющая сталь типа «18—8» использована при оформлении станции «Площадь Маяковского» Московского метрополитена, а также для монументальной скульптуры: для павильонов СССР на международных выставках в Париже и Нью-Йорке были сооружены статуи («Рабочий и колхозница» и «Рабочий») по 25 м высотой. Для этих статуй изготовлялся специальный стальной каркас, который затем покрывался листами нержавеющей стали. Скульптура «Рабочий и колхозница» была установлена затем при входе на Всесоюзную сельскохозяйственную выставку в Москве 1939—1940 гг.¹

Булатная и дамасская сталь. Эти стали высокого качества получались в старину путём наложения друг на друга различных по составу полос, сварки их, повторного наложения и многократной проковки. После протравливания изделия кислотой с поверхности обнаруживался сложный витиеватый узор. Изделие часто украшалось гравировкой.

Высокого мастерства в изготовлении стальных изделий высшего качества достигли уральские металлурги-кустари (г. Златоуст). В одном современном американском руководстве в качестве примера изделий из дамасской стали приводится фотография кинжала. На клинке выгравирован узорчатый рисунок с ясно видной надписью: «Златоуст. Оружейник Алёшка»².

Сталь «ДС». Сооружение Дворца Советов в Москве предъявило к металлургии повышенные требования в отношении свойств стали для основного каркаса здания. Была разработана специальная конструкционная медистая сталь «ДС».

Состав стали «ДС» (в %):

C	Si	Mn	Cu	Cr	Ni	Mo	
0,20	0,23	0,80	0,60	0,5	0,11	0,02	(опытная плавка)
0,22	0,33	0,83	0,52	0,5	0,12	—	(заводская плавка)
(остальное — Fe).							

Железные метеориты содержат в среднем 90% Fe, 9% Ni, 0,5% Co и небольшие примеси других элементов.

«Пластическое железо». Для набивок в соединительных муфтах труб иногда употребляется «пластическое железо», мягкое, как свинец, и пористое, как губка. Это железо, будучи обработано мазутом, совершенно не поддаётся коррозии. Оно легко формируется и плотно заполняет внутренние промежутки в соединительных муфтах.

¹ См. статью в журнале «Техника — молодёжи», 1937, № 5, и 1939, № 7—8.

² С и с о, Современная металлургия, перевод с английского, 1946.

Краткие сведения о минералах

Важнейшие простые формы кристаллов

Кубическая (правильная) система



Рис. 32. Куб

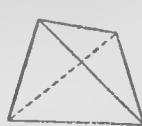


Рис. 33. Тетраэдр



Рис. 34. Октаэдр

Тетрагональная (квадратная) система



Рис. 35. Тетрагональная призма (в горизонтальном сечении — квадрат)



Рис. 36. Тетрагональная пирамида (в основании — квадрат)



Рис. 37. Тетрагональная дипирамида

Гексагональная система



Рис. 38. Гексагональная призма (в горизонтальном сечении — правильный шестиугольник)



Рис. 39. Гексагональная пирамида (в основании — правильный шестиугольник)



Рис. 40. Гексагональная дипирамида

Ромбическая система



Рис. 41. Ромбоэдр (каждая грань — ромб)



Рис. 42. Ромбическая призма (в горизонтальном сечении — ромб)



Рис. 43. Ромбическая пирамида (в основании — ромб)



Рис. 44. Ромбическая дипирамида

Шкала твёрдости минералов (по Моосу)

(Условная шкала, представляющая стандартный набор из 10 минералов различной твёрдости. Минерал с большей твёрдостью оставляет царапину на поверхности более мягкого минерала.)

Минералы	Единицы твёрдости	Примечание
Тальк	1	Наиболее мягкий минерал
Гипс или каменная соль	2	
Кальцит — известковый шпат	3	
Плавиковый шпат	4	
Апатит	5	
Ортоклаз — полевой шпат	6	
Кварц	7	Наиболее твёрдый минерал
Топаз	8	
Корунд	9	
Алмаз	10	

В случае, если нет шкалы твёрдости, пользуются более грубыми и простыми способами, особенно широко применяемыми в полевой практике. Предметами, заменяющими шкалу Мооса, могут служить:

Мягкий карандаш	твёрдость около	1
Ноготь	»	2—2,5
Медная монета	»	3—4
Кусочек стекла	»	5
Перочинный нож (стальной)	»	6
Напильник	»	7

Твёрдости некоторых веществ по шкале Мооса

Золото	2,5—3	Платина	4
Каолин	1	Рубин	9
Кварцы	2—2,5	Свинец	1,5
Медь	2,5—3	Селитра	2
Медный купорос	2	Сера	1,5—2,5
Никель	5—5,5	Серебро	2,5—3
Олово	2—3	Слюда	2,5—3
Опал	4—6	Цинк	4

Химический состав важнейших минералов

Формулы, где в скобках стоят элементы, разделяемые запятой, например оливин $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 \text{SiO}_4$, означают, что элементы, помещённые внутри скобок, могут путём изоморфизма заменять друг друга в минерале.

Название	Химический состав	Название	Химический состав
Авгит	$(\text{CaSiO}_3, \text{MgSiO}_3) (\text{Mg}, \text{Fe}) (\text{Al}, \text{Fe})_2 \text{SiO}_6$	Асбест	$3 \text{MgO} \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (состав колеблется)
Агат	Разновидность халцедона, см. халцедон	Астраханит	$\text{Na}_2\text{Mg} (\text{SO}_4)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
Азурит	$2 \text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu} (\text{OH})_2$	Аурипигмент	As_2S_3
Аквамарин	Разновидность берилла (см. берилл), имеет цвет морской воды	Барит, тяжёлый шпат	BaSO_4
Алебастр	Мелкозернистая разновидность гипса	Берилл	$\text{Be}_2\text{Al}_2 (\text{SiO}_3)_6$ или $3 \text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$
Алунит	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Al} (\text{OH})_3$	Биотит	см. слюды
Альбит	См. полевые шпаты	Бирюза, калаит	$\text{CuAl}_6 (\text{PO}_4)_4 (\text{OH})_6 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
Аметист	Кварц SiO_2 , окрашенный примесями в фиолетовый цвет	Боксит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
Ангидрит	CaSO_4	Бура	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$
Англезит	PbSO_4	Бурый железняк	см. лимонит
Анортит	См. полевые шпаты	Вольфрамит	$(\text{Fe}, \text{Mn}) \text{WO}_4$
Анортоклаз	См. полевые шпаты	Витерит	BaCO_3
Антимонит, стибнит	Sb_2S_3	Гадолинит	$\text{Be}_2\text{FeY}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$
Апатит	$3 \text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot (\text{CaF}_2)$ или $\text{Ca}_5 (\text{F}, \text{Cl}) (\text{PO}_4)_3$	Галенит, свинцовый блеск	PbS
Арагонит	CaCO_3	Галит, каменная соль	NaCl
Аргентит, серебряный блеск	Ag_2S	Гематит, красный железняк, железный блеск	Fe_2O_3
Арсенопирит	FeAsS	Гетит	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Название	Химический состав	Название	Химический состав
Гидраргилит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Карналлит	$\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Гипс	$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Касситерит, оловянный камень	SnO_2
Горький шпат	см. доломит	Кварц	SiO_2
Диаспор	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Кизерит	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Доломит, горький шпат	$\text{CaMg} (\text{CO}_3)_2$ или $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	Киноварь	HgS
Железный блеск	см. гематит	Корунд	Al_2O_3
Железный колчедан	см. пирит	Красный железняк	см. гематит
Железный шпат	см. сидерит	Криолит	$\text{AlF}_3 \cdot 3 \text{NaF}$
Жировик	см. тальк	Куприт	Cu_2O
Змеевик	см. серпентин	Лазурит	$\text{NaAlSiO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{S}$
Известковый шпат	см. кальцит	Лейцит	$\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{12}$
Изумруд	разновидность берилла зелёного цвета	Лимонит, бурый железняк	$2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$
Ильменит, титанистый железняк	$\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$	Магнезиальный шпат	см. магнезит
Исландский шпат	кристаллическая разновидность кальцита, прозрачен	Магнезит, магнезиальный шпат	MgCO_3
Каннит	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Магнетит, магнитный железняк	$\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$
Калаит	см. бирюза	Малахит	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu} (\text{OH})_2$
Кальцит, известковый шпат	CaCO_3	Марказит	FeS_2 ромбич.
Каолин (каолинит)	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Медный колчедан	см. халькопирит
		Мирабилит	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$
		Молибденит	MoS_2
		Монацит	$(\text{Ce}, \text{La}, \text{Di}) \text{PO}_4^1$

¹ Знаком Di обозначали гипотетический элемент «диндим» из группы редких земель. Как оказалось при дальнейших исследованиях, то, что называли элементом «диндимом», было смесью нескольких редкоземельных элементов.

Название	Химический состав	Название	Химический состав
Мусковит	см. слюды	Сапфир	корунд, окрашенный примесью (состав её не выяснен) в синий цвет
Нефелин	(Na, K) ₂ Al ₂ Si ₂ O ₈	Свинцовый блеск	см. галенит
Оливин	(Mg, Fe) ₂ SiO ₄	Селенит	кристаллическая разно- видность гипса
Оловянный камень	см. касситерит	Селитра чилийская	NaNO ₃
Опал	SiO ₂ ·nH ₂ O	— калиевая	KNO ₃
Орлец	см. родонит	Серебряный блеск	см. пирит
Ортоклаз	см. полевые шпаты	Серный колчедан	H ₄ Mg ₃ SiO ₉ или 3MgO·2SiO ₂ ·2H ₂ O (состав колеблется)
Пирит, железный колчедан, серный колчедан (ср. марказит)	FeS ₂ . В отличие от марказита кристаллы пирита принадлежат к кубической системе	Серпентин, эмсевик	(K, H) ₂ (Mg, Fe ^{II}) ₂ (Fe ^{III} , Al) ₂ (SiO ₄) ₃
Пирролизит	MnO ₂	Сидерит, железный шпат	FeCO ₃
Плагиоклаз	см. полевые шпаты	Сильвин	KCl
Плавиковый шпат	см. флюорит	Слюды:	
Полевые шпаты:		мусковит, светлая слюда	
альбит	NaAlSi ₃ O ₈	биотит, чёрная слюда	
анортит	CaAl ₂ Si ₂ O ₈	Смитсонит, цинковый шпат	ZnCO ₃
анортоклаз	(Na, K)AlSi ₃ O ₈	Стибнит	см. антимонит
ортоклаз	KAISi ₃ O ₈	Стронцианит	SrCO ₃
плаггиоклазы	изоморфные смеси альбита и анортита	Сурьмяный блеск	см. антимонит
Реальгар	As	Сфалерит, цинковая обманка	ZnS
Родонит, орлец	MnSiO ₃		
Рубин	корунд, окрашенный примесью Cr ₂ O ₃ в красный цвет		
Рутил	TiO ₂		

Название	Химический состав
Тальк, жировик	H ₂ Mg ₃ Si ₄ O ₁₂ или 3MgO·4SiO ₂ ·11H ₂ O см. ильменит
Титанистый железняк	Al ₂ (F, OH) ₂ SiO ₄
Топаз	общее название группы мине- ралов бороалюмосиликатов
Турмалин	см. барит
Тяжёлый шпат	CaF ₂
Флюорит, плавиковый шпат	главная часть
Фосфорит	Ca ₃ F(PO ₄) ₃ содержит различ- ные примеси
Халцедон	SiO ₂ скрыто кристаллическая форма кварца
Халькопирит	Cu FeS ₂ , или Fe ₂ S ₃ ·Cu ₂ S
Хромит, хромистый железняк	FeCr ₂ O ₄ , или FeO·Cr ₂ O ₃
Целестин	SrSO ₄
Церуссит	PbCO ₃
Цинковая обманка	см. сфалерит
Цинковый шпат	см. смитсонит
Циркон	ZrSiO ₄
Шеелит	CaWO ₄
Шпинель	MgO·Al ₂ O ₃
Эпсомит	MgSO ₄ ·7H ₂ O

МАТЕРИАЛЫ ПО КУРСУ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Развитие органического синтеза

Первый учебник химии, посвящённый исключительно органическим веществам, вышел лишь в 1827 г. (написан Берцелиусом).

Учение о жизненной силе было развито Берцелиусом; эту таинственную и неуловимую «силу» он характеризовал следующими довольно туманными словами: «Это нечто, называемое жизненной силой, целиком лежит вне неорганических элементов и не является одним из их первоначальных свойств, как вес, непроницаемость, электрическая полярность и т. д.; что оно собой представляет, где его начало и где конец — мы не знаем». Это была не только личная точка зрения Берцелиуса: «Считалось чуть ли не унизительным и непристойным для образованного человека предполагать, что в теле живого существа играют какую-либо роль грубые и обычные силы неорганической природы» (Либих).

Известные к тому времени синтезы были немногочисленны и тоже относились к веществам, которые можно было рассматривать как отходы жизнедеятельности организмов (щавелевая и уксусная кислоты, мочевины). Поэтому эти синтезы не могли повлиять существенным образом на укоренившиеся воззрения, поддерживаемые к тому же всей официальной философией. Характерна в этом отношении переписка между Вёлером и Берцелиусом по поводу синтеза мочевины. В письме к Берцелиусу Вёлер пишет: «Я должен вам заявить, что могу делать

мочевину, не нуждаясь при этом в почках и вообще в животном, будь это человек или собака». Однако он ещё сомневается в значении сделанного им открытия: «Можно ли это искусственное получение мочевины рассматривать как пример образования органической субстанции из неорганических веществ? Характерно то, что для получения циановой кислоты (так же как и аммиака) всё же всегда необходимо иметь органическую субстанцию, и натурфилософ может сказать, что органическое начало ещё не исчезло как из животного угля, так и из образовавшихся из него цианистых соединений и что поэтому из этих тел ещё снова можно получить органическое вещество». Берцелиус отделился шуткой, но признал, что «то, что сделал наш господин доктор, — очень важное и очень красивое открытие».

В конце 50-х и в начале 60-х годов пламенным борцом за изгнание «жизненной силы» из органической химии выступил А. М. Бутлеров. Он проводит ряд блестящих синтезов, исходя из веществ, в молекулах которых содержится всего один атом углерода (нидистый метилен, муравьиный альдегид), завершившихся синтезом вещества из группы сахаров $C_6H_{12}O_6$ (1859). В 1864 г. во «Введении к полному изучению органической химии» А. М. Бутлеров отметил, что накопленных к тому времени фактов «достаточно, чтобы ручаться за возможность синтетического получения каждого органического тела». «Нет сомнения», писал Бутлеров, «что при образовании их действует сила, тождественная с той, которая производит минеральные соединения».

В 1879 г. известный химик-органик К. Шорлеммер (см. стр. 264), касаясь возражений сторонников жизненной силы по поводу синтеза мочевины, писал:

«С тех пор вера в жизненную силу давно исчезла: в настоящее время мы знаем, что одни и те же химические законы управляют как живой, так и мёртвой природой»¹.

В XIX в. было синтезировано большое число органических веществ, вовсе не встречающихся в природе. В 1822 г. в наиболее полном для того времени «Руководстве по химии» Л. Гмелин мог привести всего 80 хорошо изученных органических соединений, из которых лишь немногие являлись продуктом искусственного синтеза. Уже спустя 25 лет тот же Гмелин, подготавливая новое издание своего «Руководства», принуждён был обратиться с просьбой к химикам прекратить на время синтез новых веществ, так как он не успевает фиксировать всё новые открытия, хотя число хорошо изученных органических веществ к тому времени едва достигло 500. Уже в 1903 г. это число возросло до 100 000. К 1925 г. число синтетически полученных органических веществ составляло более четверти миллиона. Возникла и приобрела первостепенное значение в народном хозяйстве промышленность органического синтеза.

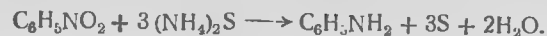
Важнейшие синтезы

Вёлер. Синтез мочевины из неорганических веществ (1828 г.) путём нагревания циановокислого натрия с сернокислым аммонием.



¹ К. Шорлеммер, Возникновение и развитие органической химии, ОНТИ, 1937, стр. 64.

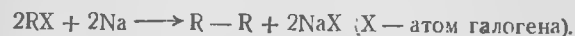
Зинин. Восстановление нитробензола в анилин (1842 г.):



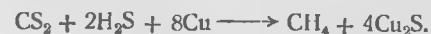
Синтез горчичного масла (1854 г.)



Вюрц. Синтезы углеводородов, содержащих больше углеродных атомов в молекуле, чем исходные вещества (1854 г.):



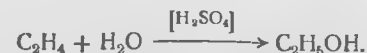
Бертело. Синтез метана из неорганических веществ:



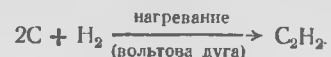
Первый синтез жиров из глицерина и жирных кислот (1854 г.):



Получение этилового спирта из этилена (1855 г.):



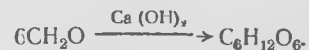
Синтез ацетилена из элементов (1863 г.):



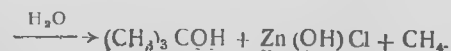
Синтез бензола из ацетилена (1866 г.):



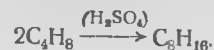
Бутлеров. Синтез простейших сахаров из формальдегида (1861 г.):



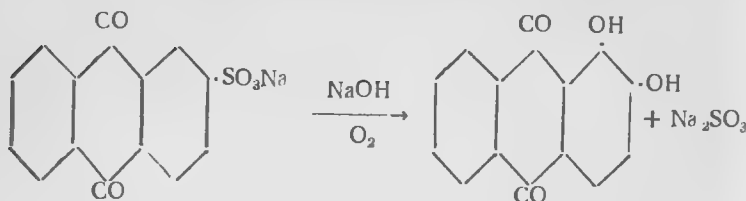
Получение третичных спиртов (1864 г.):



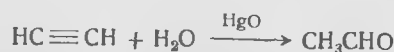
Синтез изооктилена (диизобутилена; см. изооктан, стр. 269) (1877 г.):



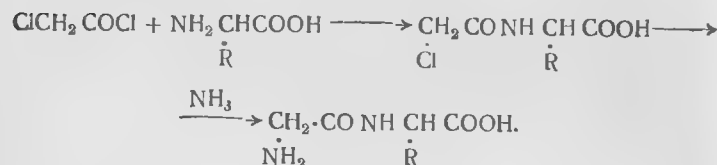
Гребе, Либерман, Каро. Синтез ализарина (1868 г.):



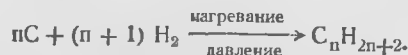
Кучеров. Синтез ацетальдегида из ацетилена (1881 г.):



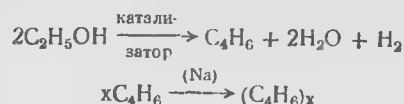
Фишер Э. Синтез полипептидов (1900 г.):



Бергнус. Гидрогенизация угля под давлением (1913 г.):



Лебедев. Синтез бутадиенового каучука (1928 г.):



Первые шаги синтетической химии в промышленности

Красная краска пурпур в древности добывалась из моллюска мурекс, живущего в Средиземном море. Мантия, окрашенная пурпуром, считалась принадлежностью высшей власти, так как окрашивание материи в пурпур стоило огромных затрат: для получения 1,5 г естественного пурпура нужно было обработать 1200 улиток.

«Эта краска теперь упоминается лишь плохими поэтами для сравнения с нею цвета вечерней зари, но раньше она была избрана сановниками государства и католической церкви в качестве видимого отличия их власти, как нечто, не имеющее себе равного по красоте и недоступное для простых смертных»¹. Впоследствии, когда синтетическая химия создала множество превосходных красителей всех оттенков, «мимходом был получен искусственным путём и древний пурпур, но среди других блестящих и красивых искусственных красок он показался таким незначительным, что промышленного значения не получил и даже не был в первое время узнан»¹.

Ализарин, до получения его синтетическим путём в 1868 г., получался из растения марены, которая разводилась специально для этой цели; её плантации занимали огромное количество земли (главным образом во Франции).

«Изготовление ализарина, или красильного вещества крапа из каменноугольных остатков... даёт в немногие недели такой же результат, который раньше требовал годы; один год требовался для произрастания крапа, а потом ещё несколько лет корни оставляли для созревания, прежде чем употреблять их на крашение»².

К. Шорлеммер в 1890 г. писал, что, когда его друг, посетивший за несколько лет до этого г. Авиньон (юг Франции), попросил показать ему плантации марены, он получил в ответ: «она больше не растёт, так как её производят машинами»³.

До недавнего времени основной базой производства синтетических органических продуктов являлись каменноугольная смола и, в меньшей степени, нефть. Для современного этапа развития этой промышленности характерно, что в качестве сырья она стремится всё в большей степени использовать немногочисленные простые и легкодоступные вещества — CO, CO₂, H₂, NH₃, также C₂H₄ и C₂H₂, Cl₂, газы крекинга и пиролиза нефти и т. д.

Характерным моментом для современного состояния и направления промышленности органического синтеза является то, что продукция соединений жирного ряда во много раз превосходит продукцию ароматических соединений (см. рис. 45). За последнее десятилетие в связи с интенсивным развитием производства искусственного горючего и синтетического каучука это соотношение ещё более увеличилось, хотя производство ароматических соединений в количественном отношении продолжает расти.

Роль нефти как химического сырья в наши дни неизмеримо возросла.

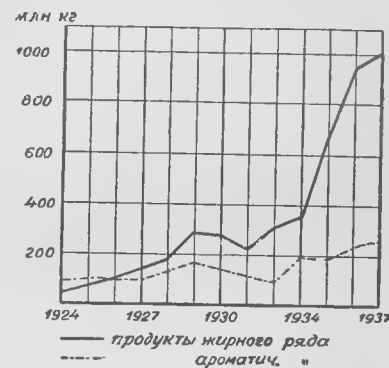


Рис. 45. Производство соединений жирного и ароматического ряда

¹ Ю. Ходаков, Лаборатория соревнуется с природой, 1934, стр. 79.

² Маркс, Капитал, т III, Периздат, 1936, стр. 64.

³ К. Шорлеммер, Возникновение и развитие органической химии, 1937 г.

Углеводороды

Исторические сведения. 1785 г. Бертолле устанавливает, что «горючий газ из болот», который до того времени рассматривали как видоизменение «горючего воздуха» (водорода), в действительности представляет собой соединение углерода с водородом.

1804 г. Дальтон устанавливает количественный состав метана.

1854 г. — синтез Вюрца.

1864 г. — Бутлеров предсказывает, а затем подтверждает синтезом изомерию бутана.

Изучением предельных углеводородов занимался химик-коммунист, друг Маркса и Энгельса — К. Шорлеммер (1834—1892).

«Когда я познакомился с Шорлеммером в начале шестидесятых годов, — в короткое время Маркс и я подружились с ним, — он часто приходил ко мне с синяками и рубцами на лице. С парафинами ведь шутки плохи: эти большею частью ещё неизвестные тела каждую минуту взрывались у него в руках, и таким образом он получил немало почётных ран. Только своим очкам он обязан тем, что не лишился при этом зрения»¹.

«Теми знаниями, которыми мы в настоящее время обладаем о парафинах, мы обязаны главным образом Шорлеммеру. Он исследовал известные в то время соединения, принадлежащие к группе парафинов, отделил один вид от другого, и многие из них были впервые получены им в чистом виде. Другие члены ряда, которые по теории должны были существовать, но в действительности не были ещё найдены, были им открыты и им же получены. Таким образом он стал одним из основателей современной научной органической химии»².

Число возможных структурных изомеров углеводородов парафинового и олефинового рядов (и их однозамещённых производных)³

Число атомов C в молекуле	Однозамещённые производные (алкоholes, мер- каптаны и т. д.)	Изомеры метано- вого ряда (число соединений)	Изомеры олефи- нового ряда (число соеди- нений)
1	1	1	1
2	1	1	1
3	2	1	3
4	4	2	5
5	8	3	13
6	17	5	27
7	39	9	66
8	89	18	
9	211	35	
10	507	75	
12	3 057	355	
15	48 865	4 347	
17	321 198	24 854	
18	2 156 010	60 523	

Природные углеводородные газы

Основной частью горючих естественных газов является метан, содержание которого иногда достигает 99%.

Наряду с метаном в газах встречаются этан, пропан и другие высшие углеводороды, содержание которых может достигать 30%. Встречаются также азотно-метановые газы, в которых азота значительно больше, чем метана.

Газовые месторождения не всегда связаны территориально с нефтяными месторождениями. Но основное промышленное значение имеют природные газы нефтеносных районов, где газ добывается совместно с нефтью.

Раньше в дореволюционной России, а также и в США, при хищнических методах добычи нефти и слабом развитии потребления газа, нефтепромышленники стремились поскорее выпустить наружу выделяющийся через буровую скважину нефтяной газ, чтобы он не мешал притоку нефти в скважину. Так было безвозвратно потеряно огромное, не поддающееся учёту количество газа.

За годы советской власти наша промышленность природных газов была фактически создана заново.

Химическая переработка природного и нефтяного газов

Характер переработки	Конечные продукты	Их основное использование в промышленности
Термический распад	Газовая сажа и водород	Газовая сажа, соответствующим образом введённая в резиновую массу автомобильной шины в количестве до 45%, увеличивает длину пробега этой машины в 4 раза
Реакция с во- дяным па- ром	Окись угле- рода и во- дород	Синтез метанола и жидкого топлива.
Окисление	Формальдегид, метанол и др.	Сельское хозяйство, пластмассы и др.
Хлорирование	Хлорпроиз- водные	Растворители, переработка на спирты и сложные эфиры
Крекинг и де- гидрирова- ние	Непредель- ные углево- дороды и во- дород	Высокооктановое топливо, различные химические продукты на базе ацетилена, этилена, бутилена и других олефинов, синтетический каучук (через дивинил)

Сжиженный углеводородный газ. Извлечённые из природного газа пропан, нормальный бутан и изобутан под давлением пагнетаются в стальные цилиндры и в специальные цистерны и в таком виде транспортируются к местам потребления. Эти углеводороды, газообразные при обычных условиях, под давлением переходят в жидкое состояние. Сжиженные газы применяются в качестве топлива для промышленных и бытовых нужд. Ряд домов в Москве и в других городах и посёлках теперь снабжаются такими газами.

¹ Ф. Энгельс, Дialectика природы, 1936, статья «Карл Шорлеммер», стр. 220.

² Там же, стр. 219.

³ По формулам Генце и Блёра.

Автомобильные и тракторные двигатели могут быть приспособлены для работы на сжатом газе.

Однако более рационально и эффективно использование этих фракций газа для химической переработки — получение спиртов, высокооктанового топлива, синтетического каучука (через дивинил) и ценных растворителей.

Газовые месторождения СССР

Бакинский район. Содержание метана в отдельных случаях доходит почти до 99—100%. До последних лет район давал до 90% всей добычи газа в СССР.

Дагестанский район. Чисто газовое месторождение (без нефти). Содержит 86—92% CH_4 .

Грозненский район. Газы нефтепромыслов у г. Грозного отличаются высоким содержанием высших гомологов метана, что повышает их ценность как химического сырья (см. таблицу).

Нижеволжский район захватывает большую площадь. Газ обнаружен в районе Астрахани. Особенно важное значение имеет саратовский газ, сыгравший важнейшую роль во время Великой Отечественной войны в период Сталинградской битвы (см. стр. 268).

Прикарпатский район (г. Дрогобыч). Наиболее крупное месторождение у г. Дашавы, откуда газ будет подаваться за 500 км в г. Киев.

Другие районы. «Второе Баку»¹, Майкоп, Керчь, Черноморское побережье (Анапа — Туапсе), северный Урал.

Состав некоторых природных газов СССР

Месторождения	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12} и выше	CO_2	N_2
Район Баку	81—95	0,2—3	0,03—2,9	0,23—1,4	0,7—2,0	1,6—13,2	—
Новогрозненское	39,8	9,5	19,0	18,4	13,3	—	—
Майкоп, залежь Е	13,8	23,0	32,9	18,8	7,0	4,5	—
Майкоп, залежь С	73,0	9,5	7,3	3,2	1,4	5,6	—
Ишимбай, Стерлитамакский район	77,5	8,0	3,0	0,5	—	1,0	10,0
Прикамнефть	51,0	6,0	8,0	4,0	0,3	0,7	30,0
Бугуруслан	77,6	4,5	1,7	0,8	0,6	0,2	14,6
Елшанское (скважина № 12) бл. Саратов	94,6	1,0	0,5	0,4	0,2	—	3,3

Примечание. Состав газа, взятого с различных глубин одного и того же промысла, может колебаться в значительных пределах. Известны отдельные скважины, выделяющие газ с содержанием метана свыше 99%.

Состав некоторых технических газов (в %)

Газ	H_2	CH_4	CO	CO_2	O_2	N_2
Каменноугольный газ сухой перегонки . .	45—50	29—33	6—10	1—3	0,2—0,5	3—8
Коксовый газ	46—50	27—32	3—7	2—3	0,8—1,5	8—14
Доменный газ при воздушном дутье:						
на древесном угле .	8—13	2—3	23—29	6—16	—	49—51
на коксе	2	0,5	29	11	—	57—58
Генераторный газ:						
из каменного угля .	0,3—4,5	0,5—2,5	31—33	0,5—2	—	64—65
из древесины . . .	11,7	3	29	5—6	—	49
из торфа	7,0	3,1	28—29	5—6	—	55
Водяной газ	50	—	40	5,5	0,5	4,0
Газ подземной газификации угля:						
при воздушном дутье ($\text{O}_2=21\%$)	14,2	2	15,5	12,5	—	56
при обогащенном кислородом воздухе ($\text{O}_2=35\%$)	21,5	1,5	28	12,5	—	37

Средний¹ состав газов нефтепереработки (в %)

Газы	CH_4	H_2	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_6H_{14}	C_7H_{16}	C_8H_{18}	Высшие углеводороды	CO
Крекинга жидкофазного . .	30,5	6	18	4,5	15	7,5	6	6	—	6	0,5
Крекинга парового . . .	32	8	14	12	6	15	2	6	—	5	—
Пиролиза нефти . . .	45	15	7	17	1	8	0,2	2,8	1,5	2	0,5

О газификации. Когда появился проект газового освещения улиц Лондона, то знаменитый писатель Вальтер-Скотт писал:

«Мир поставлен вверх ногами: Лондон должен теперь освещаться в знойные ночи угольным дымом, облака которого превращают наши зимние дни в ночи».

В 1819 г. Кельнский городской совет по поводу проекта газового освещения улиц города вынес следующее постановление:

¹ Состав газа колеблется в значительных пределах.

¹ См. стр. 273.

«Сам господь создал так, чтобы ночью было темно; людям грешно вмешиваться в божьи дела, а исправлять божьи порядки и того грешнее, — поэтому не нужно никакого освещения улиц».

В России первые газовые рожки появились в 1831 г. в Петербурге, а в Москве в 1865 г.

Вопросы газификации в СССР. За последнее время газификации и дальнему газоснабжению городов в СССР уделяется очень большое внимание (см. стр. 352). В четвёртой пятилетке введены в действие дальние газопроводы Саратов—Москва длиной около 800 км. Дашава—Киев длиной более 500 км.

Саратовский газ. Незадолго перед Великой Отечественной войной в 15 км от г. Саратова (дер. Курдюм и Елшанка) были обнаружены богатые месторождения природного газа. Давление в скважинах достигает 80 ат. Во время войны Саратов стал крупным индустриальным центром и давал много оборонной продукции. В период Сталинградской битвы (осень 1942 г.) обеспечение топливом Саратова и его оборонной промышленности стало очень острой проблемой, которая была блестяще разрешена путём быстрого сооружения по заданию правительства газопровода Елшанка—Саратов. Сооружение этого газопровода шло в очень трудных условиях, но задание было выполнено в срок: 30 октября 1942 г. котлы электростанции г. Саратова получили первый промышленный газ.

Запасы газа в районе Саратова очень велики. После войны было принято решение о постройке газопровода Саратов—Москва, и в настоящее время этот проект уже осуществлён. Москва получает саратовский газ.

Подземная газификация углей. Впервые идея о подземной газификации угля была высказана Д. И. Менделеевым.

«Настанет, вероятно, со временем такая эпоха, что угля из земли выламывать не будут, а там в земле его сумеют превращать в горячие газы и их по трубам будут распределять на далёкие расстояния»¹.

«Я полагаю, что образования генераторного газа можно достичь внутри самой земли, устроив к пластам... регулируемый доступ воздуха, через что можно избежать всей почти каторжной работы в каменноугольных пластах» и далее: «Тогда можно будет пользоваться и тонкими пластами каменного угля, которые невыгодно вырабатывать нынешними способами»².

Ленин о подземной газификации угля: «Всемирно-знаменитый английский химик В. Рамсэй открыл способ непосредственного добывания газа из каменноугольных пластов. Рамсэй ведёт уже переговоры с одним владельцем каменноугольных рудников о практической постановке дела. Одна из великих задач современной техники близится, таким образом, к разрешению...»

...Открытие Рамсэя означает гигантскую техническую революцию в этой, едва ли не самой важной, отрасли производства капиталистических стран...

...Громадная масса человеческого труда, употребляемого теперь на добывание и развозку каменного угля, была бы сбережена.

...Переворот в промышленности, вызванный этим открытием, будет огромен»³.

¹ Д. И. Менделеев, Будущая сила, покоящаяся на берегах Дона, 1888.

² Его же, Учение о промышленности. СПб, 1900.

³ Из статьи «Одна из великих побед техники», напечатанной в «Правде» 4 мая (21 апреля) 1918 г. Ленин, Соч., т. XVI, изд. 3-е, стр. 368—369.

Подземная газификация в СССР. В последние 5—6 лет проблема подземной газификации реализуется в СССР быстрыми темпами.

Из выступления т. Кагановича на XVIII партсъезде:

«Особое внимание уделяется подземной газификации угля, вызывающей, по выражению Ленина, «переворот в промышленности».

Товарищ Сталин сейчас уделяет этому делу особое внимание.

Сущность подземной газификации заключается в превращении энергии угля в энергию горючих газов непосредственно в естественных условиях залегания угольного пласта. По падению угольного пласта проходятся с поверхности две или несколько скважин, которые соединяются между собой горизонтальной выработкой. В одну из скважин подаётся дутьё (воздух, пар, парокислородная смесь и др.), которое, проходя вдоль зажжённого угольного пласта (огневой забой), превращается в горючий газ, выходящий через соседнюю скважину. Газы, получаемые при подземной газификации угля, могут быть использо-

ваны:

а) для энергетических целей, как газообразное топливо, в том числе и для газовых автомобилей и газомоторов;

б) для технологических целей, как сырьё для химической промышленности.

Капитализм не мог освоить подземной газификации в силу раздирающих его противоречий. Это оказалось под силу только нам. Проблему подземной газификации у нас разрешена и практически освоена на Горловской опытной станции, молодые, талантливые строители которой награждены правительством.

Подземная газификация — это замечательное дело. Необходимо подземную газификацию, избавляющую людей от самого тяжёлого труда под землёй, превратить из опытного дела в промышленную отрасль»¹.

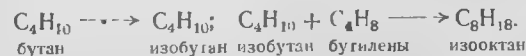
Телеграмма из Горловки («Правда», 5 апреля 1938 г.): «4 февраля 1938 г. впервые в истории мировой техники газ, полученный от подземной газификации углей, был дан под большие котлы коксового завода. Результаты оказались вполне благоприятными».

Бутан

Бутан за последние годы приобрёл очень важное значение как исходное вещество для производства дивинила для получения синтетического каучука (см. стр. 282):



Помимо того, сильно развилась промышленность синтетического 100-октанового бензина; основные стадии этого процесса:



Изооктан составляет более $\frac{1}{3}$ современного авиационного бензина и в значительной степени определяет его свойства (октановое число).

¹ Речь т. Кагановича на XVIII съезде ВКП(б). Стенографический отчёт, Огиз, 1939, стр. 253—254.

Основными источниками бутана являются природные газы и газы крекинга нефти (см. стр. 267).

Этилен и его гомологи

Исторические сведения. 1680 г. Беккер упоминает о получении «горючего воздуха из купоросного масла и винного спирта». Долгое время этот газ считали идентичным с «горючим воздухом» (водородом).

1794 г. Четыре голландских химика Дейман, Потс-ван-Труст-вик, Бонд и Лауеренбург подробно описывают в своём письме в Парижскую академию наук получение и свойства газа, образующегося при нагревании смеси серной кислоты с винным спиртом: плотность этого газа по водороду 0,91 (вместо 0,96), образование хлористого водорода и угля при горении газа в хлоре, что свидетельствует о наличии в его составе углерода и водорода, образование маслянистой жидкости («масло голландских химиков») при смешении с хлором. Газ был назван «маслородным газом» [отсюда — олефины, от *oleum* (лат.) — масло].

1804 г. Дальтон определяет качественный состав маслородного газа и сравнивает его с составом болотного газа.

1860 г. Бутлеров даёт обоснование для структурной формулы этилена, доказав его образование в результате взаимодействия иодистого метилена с медью:



Наиболее важные продукты, полученные из этилена, и их использование в промышленности

1. Дихлорэтан (хлористый этилен). Большая часть перерабатывается на этиленгликоль (см. ниже). Дальнейшим хлорированием получают трихлор- и тетрачлорэтан — превосходные растворители жиров и масел.

2. Дибромэтан (бромистый этилен) — в смеси с тетраэтилсвинцом применяется в качестве антидетонатора для моторного топлива.

3. Этиленхлоргидрин $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ получается путём присоединения хлорноватистой кислоты HClO к этилену. Во время войны 1914—1918 гг. служил в Германии промежуточным веществом в производстве иприта. В настоящее время применяется как промежуточный продукт в производствах:

- этиленгликоля (см. ниже);
- окиси этилена — синтез лекарственных веществ, красителей;
- диэтиламиноэтанола $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ — синтез новокаина (анестетик);
- триэтилоламина $(\text{HOCH}_2\text{CH}_2)_3\text{N}$ — дешёвое основание, по силе не уступающее обычным щелочам и заменяющее последние при очистке газов (от CO_2 , H_2S , HCN), в производстве мыла, как эмульгатор и т. д. Полученный в 1935 г. из него трихлортриэтиламин $(\text{ClCH}_2\text{CH}_2)_3\text{N}$ действует на кожу подобно иприту.

4. Этиловый спирт (получается путём присоединения воды к этилену в присутствии H_2SO_4). Ещё на лондонской выставке в 1863 г. демонстрировался «спирт, полученный из маслородного газа». По под-

счётам того времени 1 л такого спирта должен был стоить более 100 франков (около 40 зол. руб.). Процесс получения спирта из этилена был в 70-х годах XIX в. усовершенствован А. М. Бутлеровым, который предвидел возможность его использования в технике. В настоящее время этилен (из газа крекинга нефти) является дешёвым сырьём, и получение из него спирта приобретает промышленное значение, несмотря на некоторые технические трудности, связанные с регенерацией серной кислоты.

5. Политен (полиэтилен) — продукт полимеризации этилена при высоком давлении (свыше 1000 ат) и повышенной температуре — пластическая масса с высокими электроизоляционными свойствами.

Ацетилен

Хотя ацетилен был открыт Эдмундом Дэви (не путать с Гемфри Дэви) ещё в 1836 г., однако техническое применение ацетилена стало возможным лишь после того, как в конце прошлого столетия Муассан во Франции и Вильсон в Америке нашли способ приготовления карбида кальция из известки и угля.

Наиболее важные свойства ацетилена, имеющие значение для его использования для целей освещения и автогенной сварки:

Теплота образования — 51 ккал.

Теплота сгорания — 312,5 ккал.

Теплопроизводительность 1 м³ равна 14 000 ккал (водород — 3050 ккал, метан — 9565 ккал).

Температура пламени ацетиленовой горелки — 1900°.

Максимальная температура ацетилено-кислородного пламени — 3500—4000°.

1 кг технического карбида кальция даёт 300 л ацетилена.

Надежды, вначале возлагавшиеся на ацетилен как на осветительный материал, не вполне оправдались главным образом из-за затруднений, связанных с его транспортировкой. Первоначально были предприняты попытки его транспортировать на места потребления в бомбах, в сжатом виде. Однако скоро выяснилось, что в таком виде ацетилен является чрезвычайно опасным взрывчатым веществом вследствие самопроизвольного распада на элементы. (В момент взрыва ацетиленового баллона температура газа может достигнуть 1000°, а давление 1650 ат).

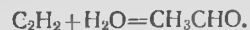
В дальнейшем было установлено, что растворы ацетилена (обычно пользуются раствором ацетилена в ацетоне; при 1 ат 1 л ацетона растворяет 25 л ацетилена; обычное давление в ацетиленовых бомбах — 12—15 ат), особенно в присутствии пористых веществ, практически совершенно безопасны. Однако пока преодолевались все эти препятствия, на рынке появились более сильные конкуренты в виде газокалильного света и электрической лампочки накаливания. С 1906 г. ацетиленом начинают пользоваться для автогенной сварки и резки металлов.

Использование ацетилена как сырья для химической промышленности в крупном масштабе началось лишь после мировой войны 1914—1918 гг. Основные направления химической переработки ацетилена следующие:

1. Хлорирование. Этим путём получают четырёххлористый ацетилен, симметричный дихлорэтилен и другие хлорпроизводные угле-

водородов. Из них наибольшее значение (как растворитель) имеет трихлорэтилен, имеющий то преимущество, что он действует на металл (железо, свинец) даже в присутствии воды.

2. Присоединение воды (реакция Кучерова), ведущее к получению ацетальдегида:



Путём окисления последнего получается уксусная кислота.

Этим способом в 1942 г. в США было произведено 120 тыс. т кислоты.

3. Термический распад, ведущий к получению газовой сажи и водорода.

4. Получение винилхлорида и сложных виниловых эфиров, а на их базе — различных пластических масс.

5. Получение винилацетилена, а из него: а) хлоропренового каучука, б) высыхающих масел, в) бутадиена (восстановлением), г) винилацетата и на его базе — пластических масс.

6. Полнимеризация под влиянием губчатой меди в купрен — пробкообразное вещество, применяющееся в качестве субстрата для взрывчатых веществ.

7. Присоединение а) синильной кислоты и б) окиси углерода, ведущие к получению акриловой кислоты, её нитрила и жиров — важных исходных веществ для синтеза прозрачных пластмасс и каучуков.

Нефть

«Воевать без нефти нельзя, а кто имеет преимущество в деле нефти, тот имеет шансы на победу в грядущей войне» (Сталин, 1927 г.)¹.

Из истории добычи нефти на территории СССР. В Сураханах (Баку) уцелели до нашего времени остатки одного из храмов огнепоклонников. Культ огня возник на Апшеронском полуострове задолго до нашей эры. Жрецы-огнепоклонники жили там ещё в 70-х годах прошлого столетия. Издавна бакинцы за отсутствием дров пользовались для отопления землёй, пропитанной нефтью.

В XVIII в. бакинские ханы сдавали нефтяные колодцы на откуп; годовая добыча тогда достигала 3276 т.

Когда войска Петра I заняли Баку, он приказал генералу Матюшину: «...прислать белой нефти тысячу пудов или сколько возможно и поискать мастера» (1723 г.).

За период 1822—1861 гг. колодезная добыча нефти составила 817 тыс. т. Первые буровые скважины были сооружены лишь в 1869 г. Добыча нефти в Прикамском и Башкирском нефтепромышленных районах и в Поволжье началась лишь в советский период.

За годы сталинских пятилеток при общем росте нефтедобычи по всем нефтеносным районам СССР сильно возросло удельное значение восточных районов.

¹ Ленин и Сталин, Сборник произведений к изучению истории ВКП(б), т. III, Партиздат, 1936, стр. 221.

Сталин, Политический отчёт ЦК XV съезду партии.

Удельное значение нефтяных районов СССР в нефтедобыче

Нефтяные районы	Годы			
	1913	1931	1938	1945
Закавказье (Азербайджан)	83,0	79,5	73,5	61
Северный Кавказ	13,1	14	9,4	8
Азово-Черноморский район	1,0	4	7,2	2
Средняя Азия	1,6	0,2	2,2	5
Казахстан	1,3	1,0	2,2	ок. 5
О. Сахалин	—	—	1,2	4,4
Башкирия и Свердловская область (Волжско-Уральский район)	—	0,3	4,3	14

«Второе Баку». Точно границы распространения нефти в районе «второго Баку» ещё не установлены; продолжается дальнейшая разведка. В настоящее время основными районами считаются:

1. Ишимбаевский район (Башкирская АССР) в 20 км к югу от Стерлитамака.

2. Туймазинский район (ст. Туймаза — на границе Башкирии и Татарии).

3. Прикамский район (Краснокамское месторождение в 40 км западнее г. Молотова и Северокамское — в 20 км к северо-востоку от Краснокамского).

4. Месторождение Самарской луки (Ставропольские, Сызранские и др.).

5. Зона затопления Куйбышевского гидроузла (устье Камы).

Мировые запасы нефти. К концу 1943 г. запасы нефти в миллионах тонн оценивались следующим образом:

США	2869	Голландская Индия	135,7
Венецуэла	800	Мексика	85,7
Иран	711	Колумбия	71,4
Ирак	571	Румыния	56,0
Саудовская Аравия и Ба- хрейнские острова	285,7	Япония	5,1

Рост разведанности запасов нефти в СССР
(в млн. т)

Годы	Разведанные запасы	Годы	Разведанные запасы
1892	180	1932	1500
1905	230	1935	3200
1923	890	1937	6377

Добыча нефти в СССР и в других странах
(в млн. т)

	1880	1900	1913	1928	1937	1939	1943	1944
СССР (и Россия)	0,4	10,3	9,2	13,8	30,6	...	...	...
США	3,6	8,3	34,0	138,0	172,9	170,9	203,4	226,7
Венесуэла	0	0	8	20,4	27,7	30,5	27,2	40,0
Румыния	0	0,2	1,8	4,8	7,1	6,2	4,9	3,5
Мексика	0	0	3,8	6,7	6,9	6,5	5,4	5,3
Иран	0	0	0,25	5,5	10,5	10,3	10,4	13,6
Голландская Индия	0	0,2	1,5	5,2	7,4	7,9	...	...
Все капиталистические страны	4,0	19,8	53,7	191,9	250,8	255,1	271	...

Справочники: «Страны мира», 1946, стр. 49, 677; «СССР и капиталистические страны», стр. 152

Роль русских химиков в деле развития науки о нефти и отечественной нефтяной промышленности очень велика. Пионером в этой области явился Д. И. Менделеев. Для изучения постановки нефтяного дела он предпринимает поездки в Северную Америку и в Баку. Им выполнено несколько экспериментальных работ по вопросам нефтепереработки. В целом ряде статей он выступает горячим поборником введения передовых методов добычи и переработки нефти и борцом за её лучшее использование. Менделеев правильно оценивал значение нефти как ценного химического сырья, прямое сжигание которого в топках, без переработки, недопустимо. Известно его выражение: «нефть — не топливо; топить можно и ассигнациями». Он убедительно доказывал необходимость постройки нефтепровода Баку — Батуми. Изучение химической природы нефтей было сильно продвинуто вперёд работами В. В. Марковникова (см. стр. 163), открывшего новый класс углеводородов — нафены. Эти работы получили высокую оценку и признание современников.

Чрезвычайно много в области исследования нефтяных углеводородов и их превращений сделано акад. Н. Д. Зелинским. Его работы по изучению состава нефтей, процессов крекинга, пиролиза, каталитической дегидрогенизации и т. д. имеют громадное научное

и практическое значение. В годы гражданской войны им была блестяще разрешена важнейшая для обороны страны задача получения бензина из тяжёлых нефтяных смазочных масел.

В настоящее время Н. Д. Зелинский, его многочисленные ученики и другие советские учёные-химики во многих научно-исследовательских институтах широким фронтом ведут работы по исследованию нефти и вопросам лучшего её использования.

Способы получения моторного топлива

1. Прямая гонка — фракционированная перегонка нефти с выделением содержащихся в ней составных частей, не сопровождающаяся существенными химическими изменениями углеводородов.

2. Крекинг-процесс — термическое разложение углеводородов нефти.

Основные реакции:

а) расщепление высокомолекулярных углеводородов на более мелкие молекулы (например, распад парафинов с разрывом цепи, примерно, в середине);

б) полимеризация осколков молекул с образованием новых углеводородов (например, циклизация олефинов в нафены);

в) перегруппировка молекул с образованием углеводородов другого ряда (например, дегидрогенизация нафеновых углеводородов в ароматические без нарушения углеродного скелета молекулы).

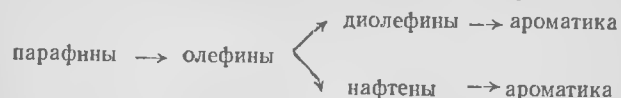
В технике различаются следующие формы проведения крекинга: Крекинг термический жидкофазный — проводится при температурах до 500° и давлении до 70—75 ат.

Крекинг термический парофазный — проводится при температуре до 600° при обычном давлении.

Крекинг каталитический — характеризуется применением катализаторов. В настоящее время широко применяется парофазный каталитический крекинг с применением катализаторов типа гидросиликатов алюминия. Температурные пределы 320—540°.

Пиролиз — проводится при температурах 670—720° при обычном давлении с целью повышения выходов ароматических углеводородов из нефти (бензола и толуола).

Приближённая схема протекания процессов при пиролизе:



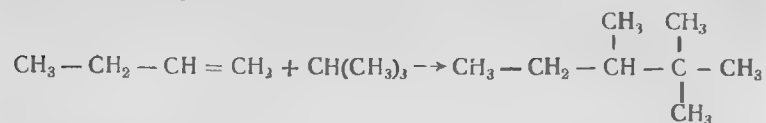
Сырьём для пиролиза служат главным образом керосиновые фракции.

Риформинг — модификация жидкофазного крекинга, где в качестве сырья используется низкооктановое горючее (бензин прямой гонки, лигроин и т. д.); температура процесса 500—520°, давление 40—70 ат. В результате риформинг-процесса получается высокооктановое топливо вследствие процессов изомеризации и превращения шестичленных нафенов в ароматические углеводороды. Риформинг-процесс может быть проводим в присутствии катализаторов.

3. Алкилирование — процесс взаимодействия низкомолекулярных парафинов (изосоединений) с олефинами с образованием углеводородов с большим октановым числом (92—94).

Наибольшее практическое значение имеет процесс взаимодействия изобутана с бутеном в присутствии катализаторов — крепкой серной кислоты при 0—5° С или жидкого фтористого водорода при обычной

температуре и повышенном давлении. По окончании реакции соединения углеводородов



фтористый водород легко, почти без потерь отделяется в отстойниках от продукта реакции и используется повторно.

4. Изомеризация — получение изобутана из *n*-бутана для процессов алкилирования (см. выше) или повышения содержания изо соединений в низкооктановых бензинах для повышения их антидетонационных свойств.

Реакции изомеризации проводятся в присутствии катализаторов AlCl_3 , HCl и др.

Высокооктановое топливо. Пары некоторых бензинов в смеси с воздухом при сильном сжатии в цилиндрах моторов детонируют, т. е. взрывают до того, как через смесь пропускается искра. Это нарушает работу мотора (стук в цилиндре) и вызывает преждевременный износ двигателя.

Легче всего детонируют парафиновые углеводороды с нормальной цепью углеродных атомов. Антидетонационные свойства топлива обычно определяют октановым числом. Эталоном для сравнения служат нормальный гептан (октановое число 0) и изооктан (2, 2, 4-триметилпентан — октановое число 100). Если говорят, например, что бензин имеет октановое число 80, то это значит, что этот бензин так же детонирует, как смесь, содержащая 80% изооктана и 20% *n*-гептана.

Некоторые вещества обладают более сильными антидетонационными свойствами, чем изооктан, соответственно чему их октановое число, а также октановое число видов топлива, получаемых с добавкой этих веществ, выражается числом более 100.

Для того чтобы повысить мощность двигателя, не увеличивая веса мотора, что имеет первостепенное значение для авиации, конструкторы непрерывно стремятся повысить степень предварительного сжатия горючей смеси в цилиндре мотора до её воспламенения искрой. В современных автомоторах на единицу работы расходуется вдвое меньше бензина, чем 20 лет назад. Тогда моторы имели степень сжатия 3:1, а сейчас 7:1 или даже 8:1. Но для таких моторов сильно детонирующие низкооктановые бензины прямой гонки, применявшиеся раньше, совершенно неприменимы. Основу современных высокооктановых моторных бензинов составляют нефтяные углеводороды, преобразованные крекингом или другими процессами в направлении уменьшения содержания парафиновых углеводородов и увеличения содержания изо соединений с разветвлённой цепью олефинов, наftenов и ароматических углеводородов. Таким образом, задача создания мощного и вместе с тем лёгкого и экономичного авиационного мотора сильно зависит от химической природы моторного топлива. Химическая перестройка молекул нефтяных углеводородов является целью многих технических процессов нефтеперерабатывающей промышленности, в частности крекинг-процесса.

В четвёртой пятилетке вопросу развития высокооктанового топлива уделяется большое внимание (см. стр. 353).

Высокооктановое моторное топливо из продуктов нефти.

Получают его:

а) из продуктов крекинга нефти, главным образом изобутилена, который путём полимеризации (в присутствии H_3PO_4 или H_2SO_4) даёт смесь триметилпентенов, гидрированием которых получают изооктан;

б) из предельных углеводородов нормального строения изомеризацией их в соединения с разветвлённой цепью (см. ниже);

в) из предельных углеводородов переводом их в ароматические.

Зависимость октанового числа от строения углеводородов (на примере углеводорода C_8)

Название углеводорода	Формула	Октановое число
н-гексан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	40
гексен-1	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$	80
2-метилпентан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$	70
2,3-диметил бутан	$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$	120
циклогексан	C_6H_{12}	80
бензол	C_6H_6	100

Зависимость потребления топлива мотором от октанового числа топлива

Октановое число	Потребление топлива в литрах на 1 л. с. в час
73	0,325
84	0,291
100	0,260

Роль крекинга в увеличении выхода бензина из нефти в США

Годы	Выход бензина первичной гонки в %	Выход крекингбензина в %	Всего из сырья в %
1920	22,6	3,46	26,06
1925	23,15	9,27	32,42
1930	24,22	17,73	41,95
1934	23,04	20,37	43,41
1938	23,00	21,3	44,3

Синтетическая нефть

1. Гидрогенизация угля. Смесь мелкораздробленного угля с минеральным маслом и катализатором (соединения свинца, олова и др.) подвергается действию водорода при давлении 150—200 ат и температуре около 450°. После отгонки бензиновой и керосиновой фракций остаток снова используется для процесса. Из 1,5—2 т угля получается 1 т бензина.

2. Синтез на базе водяного газа. Смесь окиси углерода с водородом пропускается над катализатором, содержащим Со или Ni и другие соединения, при 200° под обычным давлением. Из 1 м³ газовой смеси получается 130—140 г смеси углеводородов: более половины составляет бензин («когазин I»).

Производственная мощность германской промышленности синтетической нефти оценивалась осенью 1939 г. в 2,6 млн. т (гидрогенизацией — 1,9 млн. т, из водяного газа — 700 тыс. т). За время второй мировой войны в Германии было построено ещё несколько заводов. Но их мощность не обеспечивала потребности германской армии, тем более что заводы синтетической нефти подвергались сильной бомбёжке союзной авиацией. Но главным источником снабжения фашистской армии служили нефтяные промыслы Румынии; занятие их Советской армией сыграло очень важную роль в ходе войны 1941—1945 гг., в значительной мере парализовав действия немецких танков и авиации на Восточном и Западном фронтах.

Бензол

Исторические сведения. 1825 г. Группа фабрикантов обратилась к Фарадею с просьбой выяснить причину того, что каменноугольный газ, доставляемый потребителям в баллонах, при хранении постепенно даёт всё менее и менее светящее пламя. Фарадей нашёл, что составные части газа, горящие ярким пламенем, собираются на дне баллонов в виде прозрачной жидкости. Из этой жидкости он извлёк вещество, названное им «двойным углеводородом».

1833 г. Митчерлих получил то же вещество из бензойной кислоты при нагревании последней с известью. Либих поэтому предлагает называть его бензолом. Лоран предлагает другое название — фен (от греческого *фено* — *сверкало*, *блещу*) так как это вещество придаёт яркость газовому пламени (отсюда «фенол», радикал «фенил» и т. д.).

1865 г. Кекуле дал формулу строения бензола.

1866 г. Синтез бензола из ацетилена (Бертело).

Каучук

Исторические сведения. 1493—1496 гг. Первое знакомство европейцев с каучуком. Спутники Колумба наблюдают на Гаити игры туземцев в мяч, сделанный из «эластичной древесной смолы».

1735 г. Первое подробное описание свойств каучука, способов его добычи и изготовления из него изделий, сделанное Ла-Кондамином, посланным Парижской академией наук для измерения дуги меридиана, пересекающего Южную Америку:

«В провинции Эсмеральда растёт дерево, называемое местными жителями геве (*Hévé*), которое из разрезов коры выделяет белый

млечный сок. Последний на воздухе постепенно приобретает тёмный цвет. В провинции Кито эту массу наносят на ткани и делают их таким образом непромокаемыми для воды. Такое же дерево растёт на берегах реки Амазонки и добываемый из него продукт туземцы называют «каучу». Они готовят из него водонепроницаемые, состоящие из одного куска сапоги и наносят его на различные формы в виде бутылок. Когда материал затвердеет, они разбивают формы и отдельные куски извлекают через горло, получая таким образом лёгкие сосуды, очень удобные для хранения жидкостей» (из отчёта Ла-Кондамина).

Согласно Джонсону, название «каучук» произошло от слияния двух слов: *сао* — *дерево* и *о-чу* — *течь*, *плакать*. Каучу — «слезы дерева».

1770 г. Д. Ж. Пристлей изучает свойства каучука и применяет его как материал для стирания написанного карандашом. Он назвал его *Indian rubber* (Индиан-раббер), т. е. «индийская стиралка» — название, сохранившееся до сих пор в английском языке.

1779 г. Пропитывая раствором каучука плетёные рукава, Бернъяр впервые получает прорезиненный шланг.

1823 г. Англичанин Макинтош, обнаружив свойство каучука растворяться в «солвент-нафте» (жидком продукте сухой перегонки каменного угля, не находившем в то время применения), скупает всю сольвент-нафту, накопившуюся на газовом заводе г. Глазго, и берёт патент на изготовление водонепроницаемых тканей путём нанесения на поверхность ткани раствора каучука. Прорезиненная ткань дублировалась, и из такой дублированной ткани изготавливались непромокаемые пальто (макинтоши), пользовавшиеся значительной популярностью в Англии при путешествиях в дилижансах. Однако непромокаемые ткани, как и другие резиновые изделия того времени, имели существенный недостаток: в жаркое летнее время они становились клейкими и липкими, а в холодное время — жёсткими и ломкими.

1839 г. Гудьир изобретает вулканизацию каучука, устраняющую отмеченный выше недостаток. По одним данным, это изобретение явилось результатом упорных и длительных исследований, а по другим — носило случайный характер. Согласно последней версии Гудьир, торговавший пластинами каучука и давно интересовавшийся тем, как устранить имеющиеся у него недостатки, препятствующие его широкому применению, уронил на горячую плиту одну такую пластину. Заметив это, он быстро схватил её и стал мять, чтобы убедиться, насколько она пострадала от нагревания: ему было известно, что при нагревании каучук становится липким, и если он расплавится, то по остывании не возвращается снова в первоначальное состояние. Каково же было удивление Гудьира, когда обнаружилось, что пластина не размягчилась и не испортилась, а, наоборот, стала весьма эластичной и упругой, потеряв вместе с тем способность растворяться в растворителях. Зная, что пластины были посыпаны серой, чтобы они не липли, Гудьир сразу сообразил, чем вызвано это изменение каучука и насколько оно ценно.

1843 г. Независимо от Гудьира англичанин Т. Гэнкок открывает способ вулканизовать каучук (термин принадлежит Гэнкоку).

1846 г. А. Паркс открывает холодную вулканизацию путём обработки каучуковых изделий парами полухлористой серы или погружением их в раствор полухлористой серы в бензине или сероуглероде.

1888 г. Д. Дэнлоп изобретает пневматическую резиновую шину.

Мировое потребление каучука

1827 г. — 3 т
1840 . — 370 .

после введения вулканизации:

1856 г. — 1 000 т
1870 . — 3 600 .

после изобретения пневматической шины:

1890 г. — 26 975 т

после появления первых автомобилей

1909 г. — 70 075 т
1930 . — 684 000 .
1935 . — 947 600 .

Проблема каучука и синтетическая химия. До второй мировой войны сырьём для резиновой промышленности США, Англии и других зарубежных стран служил натуральный каучук, производившийся в больших количествах на плантациях Британской Малайи, Индонезии (Голландская Индия), Индо-Китая и других районов.

Добыча естественного каучука¹ (в тыс. т)

Годы	Плантационный каучук	Дикий каучук		Общая мировая добыча естественного каучука
		бразильский	африканский	
1906	0,51	36,00	29,70	66,21
1915	107,87	37,20	13,61	158,70
1929	835,80	22,60	5,01	863,41
1932	701,36	6,55	1,93	709,84
1934	999,85	10,54	3,05	1013,44
1935	839,31	10,72	4,50	854,53

Производство натурального каучука перед второй мировой войной²

Главные производящие страны	% от всей добычи натурального каучука в 1939 г.	Примечание
Британская Малайя	37,5	Были захвачены Японией во время войны 1941—1945 гг.
Голландская Индия	37,5	
Французский Индо-Китай	6,4	
Сиам (Таи)	4,2	
Цейлон	6,1	

Мировое потребление каучука в 1939 г. составило около 1100 тыс. т, из них только 75 тыс. т синтетического, остальное — натуральный.

Свыше 59% экспортируемого указанными странами натурального каучука (592 тыс. т) шло в США.

Когда основные районы, производящие каучук, были во время войны захвачены Японией в 1942—1943 гг., США оказались перед необходи-

мостью идти по пути развёртывания промышленности синтетического каучука. Этот новый путь задолго до войны был проложен СССР, который первым разрешил эту, казалось, неразрешимую задачу производства синтетического каучука в крупном заводском масштабе (см. ниже). Достижения советских учёных и инженеров были учтены в США, и это дало им возможность к концу войны полностью удовлетворить требования резиновой промышленности за счёт синтетического каучука (см. таблицу).

Потребление натурального и синтетического каучука в США в период 1941—1945 гг.¹ (в тыс. т)

Годы	1941	1942	1943	1944	1945
Каучук					
Натуральный	784,4	383,0	322,0	146,3	106,7
Синтетический	6,4	17,8	173,4	575,7	704,0
Регенерат (использование старой резины)	255,0	259,0	296,7	255,0	244,8

С окончанием войны источники природного сырья вновь сделались доступными. Исход конкуренции между синтетическим и натуральным каучуком зависит не только от соотношения цен на сырьё. Дело в том, что натуральный каучук обладает определённой совокупностью свойств, которые не могут быть изменены в широких пределах (эластичность, сопротивление истиранию и разрыву, морозостойкость, бензо- и маслостойкость, химическая стойкость и др.). Синтетические же каучуки, уступая натуральному по отдельным показателям, могут превосходить его по другим. Для разных технических целей из широкого и разнообразного ассортимента синтетических каучуков нередко можно выбрать тип и сорт, гораздо лучше удовлетворяющий предъявляемым специфическим требованиям, чем натуральный.

Решение проблемы каучука так же, как в своё время разрешение важнейшей задачи о синтезе красителей и получении связанного азота из воздуха, является яркой демонстрацией могущества современной синтетической химии.

Резина. Вулканизация каучука. Сырой каучук не пригоден для изделий, так как его эластичность невелика и слишком сильно меняется от температуры; при понижении температуры он становится хрупким, при повышенной температуре (выше 30°) размягчается, становится липким, не возвращаясь в прежнее состояние при охлаждении. Кроме того, сырой каучук легко растворяется во многих органических растворителях. Для придания каучуку необходимых для изделий свойств его подвергают вулканизации.

Существует много способов вулканизации, но все они основаны главным образом на действии серы в той или иной форме. Наиболее распространён способ вулканизации, состоящий в смешении на вальцах сырого каучука с серой и некоторыми другими веществами и нагревании смеси под давлением до 130—140°.

¹ «Большая советская энциклопедия», т. 32, стр. 19.

² «Мировое хозяйство и мировая политика», 1946, №7—8, стр. 123.

¹ «Новости техники», 1946, № 12, стр. 46.

Синтетический каучук (СК)

Исторические сведения. 1879 г. Бушарда наблюдает полимеризацию изопрена под влиянием соляной кислоты в каучукоподобную массу

1900—1904 гг. Русский химик Кондаков устанавливает, что гомолог изопрена — метилизопрен (2,3-диметилбутадиен-1,3) способен превращаться в каучукоподобный продукт. Впоследствии, во время первой мировой войны, это наблюдение было использовано в Германии для получения так называемого метилкаучука (всего было произведено 2450 т синтетического каучука).

1910 г. С. В. Лебедев доказывает, что и низший гомолог изопрена — бутадиен (дивинил) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$ — способен полимеризоваться и давать каучукоподобное вещество.

1926 г. ВСНХ СССР объявил конкурс на лучшую работу в области получения СК. В 1928 г. премию в 25 тыс. руб. получила группа химиков во главе с С. В. Лебедевым, предложившим способ получения каучука из спирта.

1930 г. В декабре пущен опытный завод по способу Лебедева.

1932—1933 гг. Пуск завода СК.

СССР явился первой страной, создавшей промышленность синтетического каучука. Знаменитый изобретатель Эдисон, услышав об этом успехе СССР, писал: «Я не верю, что Советскому Союзу удалось получить синтетический каучук. Всё это сообщение — сплошной вымысел. Мой собственный опыт и опыт других исследователей показывает, что вряд ли процесс синтеза каучука вообще когда-либо увенчается успехом»¹.

«Я помню одно из своих личных сильных переживаний. Выезжали мы на место постройки будущего завода. Инженер водил нас по пустырю и показывал, где будут стоять стены этого завода. Помню одна колхозница, член Облисполкома, поражённая размахом строительства, сказала: «Да ведь тут под одну крышу вся наша деревня уйдёт», а другая прибавила: «Если что большевики задумают, то и сделают». И действительно, вскоре я с невероятным волнением ходил здесь по крупным залам завода синтетического каучука. Ведь всё в этом заводе было своё, советское: и творческая мысль учёного-химика и её, можно сказать, молниеносное материальное воплощение в сложную, очень высокую техническую аппаратуру, вплоть до каждой мелочи, каждого гвоздя и камня. Вздвинуто я глядел на груды готового искусственного каучука, потому что в этих грудках каучука я видел мощное материальное воплощение великой воли, смелой научной мысли и настойчивого напряжённого труда нашей социалистической родины»².

Термин *синтетический каучук* объединяет ряд различных синтетических продуктов, приближающихся к натуральному каучуку по своим наиболее важным в практическом отношении свойствам (эластичность, сопротивление разрыву и истиранию, растворимость и набухание в растворителях, морозостойкость и т. д.). Химическое подобие состава и структуры не играет в данном случае существенной роли, и в этом отношении между натуральным каучуком и различными видами СК наблюдается большое различие.

По отдельным показателям некоторые виды СК превосходят натуральный каучук. Так, более высокая стойкость СК по отношению к углеводородам и маслам допускает широкое использование СК при изготовлении гибких шлангов для нефти и бензина, для изготовления многих автодеталей, печатных валов, резиновой обуви и других изделий, соприкасающихся с маслами и нефтепродуктами

Важнейшие синтетические каучуки и каучукоподобные вещества

Название	Исходные материалы для синтеза мономера ¹	Мономер ¹
СК	Этиловый спирт или продукты крекинга нефти, а также бутановая фракция природного газа или нефти	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$ 1,3-бутадиен
Хлоропрен	Ацетилен, хлористый водород	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \underset{\text{Cl}}{\text{C}} = \text{CH}_2$ хлоропрен
Опанолак, вистанекс	Газы крекинга нефти	$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_3$ изобутилен
Бутил-каучук	То же	Бутадиен и изобутилен
Буна — N	Этиловый спирт, газы крекинга нефти, синильная кислота, ацетилен	Бутадиен и нитрил акриловой кислоты $\text{CH}_2 = \text{CHCN}$
Буна — S	Этиловый спирт, газы крекинга нефти, бензол	Бутадиен и стирол $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH} = \text{CH}_2$
Тиокол А	Этилен, хлор, многосернистый натрий	Дихлорэтан и многосернистый натрий Na_xS_y

¹ Яшунская, Синтетический каучук, журнал «Техника — молодежи», 1943, № 7—8.

² Сборник «Каучук и каучукоиссы», изд. Академии наук СССР, 1936, стр. 7.

¹ Мономером называется вещество, могущее полимеризоваться, но находящееся ещё в наиболее простой, не полимеризованной форме.

Название	Исходные материалы для синтеза мономера	Мономер
Тиокол Б	То же	Дихлор-диэтиловый эфир $\text{ClCH}_2\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ и Na_2S_x

СПИРТЫ, АЛЬДЕГИДЫ, КЕТОНЫ, КИСЛОТЫ

Метиловый спирт

1661 г. Бойль находит в продуктах сухой перегонки дерева жидкость «нейтральную, летучую, воспламеняющуюся, которую он назвал «недействительным спиртом».

1812 г. Английский фабрикант Тэйлор извлекает это вещество почти в чистом виде. Он называет его «пиро-древесным эфиром». Название «древесный спирт» предложено Берцелиусом.

1834 г. Французские химики Дюма и Пелиго получают безводный спирт, находят его формулу и устанавливают его сходство с обычным винным спиртом.

1857 г. Бертелло получает метиловый спирт из хлористого метила.

1921 г. Патар берёт патент на получение синтетического метанола из окиси углерода и водорода. Реакция проводится при давлении 150—200 ат и температуре 300—600° в присутствии катализатора (медь и окись цинка). Очень быстро этот синтез развивается в одну из ведущих отраслей промышленного синтеза, и синтетический метанол вытесняет продукт, получаемый путём сухой перегонки дерева.

Процесс синтетического получения метилового спирта можно рассматривать как одно из достижений в области синтезов из газов.

Первый завод для получения метанола работает на мощном катализаторе, разработанном советскими химиками в Ленинграде.

Этиловый спирт

Простейшие дистилляционные аппараты были известны ещё Александрийским алхимикам в начале н. э. Алхимик Раймонд Лулл (1235—1315) подробно описывает способ получения алкоголя или «жизненной воды» (aqua vitae) путём повторных дистилляций бродящей жидкости и обработки летучего погона карбонатом калия. Он же упоминает о действии «купоросного масла» (серной кислоты) на спирт и об образовании летучего эфира. Первые точные данные об эфире принадлежат Валерию Кордусу в 1552 г. Безводный спирт получен лишь в 1796 г. русским академиком Ловицом путём обработки ректификата свежеприготовленной жжёной извести.

Точный анализ спирта был произведён впервые швейцарцем Соссюром (работа продолжалась с 1807 по 1814 г.). Данные Соссюра: С — 52,0%; Н — 13,7%; О — 34,3%.

Громадное потребление спирта современной промышленностью (СК, производство лаков, растворителей, ОВ и ВВ) остро выдвигает проблему о его получении из непищевого сырья.

Помимо использования для этой цели продуктов гидролиза древесины, торфа, отходов целлюлозной промышленности, большой интерес приобретают и чисто синтетические методы — синтез из этилена (присоединение воды) и из ацетилена (получение ацетальдегида и его восстановление). Этилен и ацетилен — наиболее экономное сырьё с точки зрения полного использования углерода, содержащегося в исходных продуктах.

Этиленгликоле

Получен французским химиком Вюрцем в 1856 г. Производится в США с 1925 г. и постепенно вытесняет глицерин из многих областей его применения. Применяется в качестве средства, понижающего температуру замерзания воды в автомобильных радиаторах (50—65%-ные растворы), для приготовления незамерзающих динамитов, в производстве пластификаторов, в парфюмерной промышленности. Простые, например диоксан (получен впервые А. Е. Фаворским в 1906 г.), и сложные эфиры этиленгликоля — превосходные растворители. Производство этиленгликоля и его различных эфиров в США превышает в настоящее время 100 тыс. т в год.

Является важным стратегическим материалом (связь с производством иприта и взрывчатых веществ).

Фенол

Выделен (в смеси с его гомологами) в 1834 г. немецким химиком Рунге из каменноугольной смолы и назван им (вследствие растворимости в щелочах) карболовой кислотой. Определение строения и современное название дано французским химиком Лораном (1842 г.). Содержится, как нормальный продукт обмена веществ, в моче животных и человека. Фенол принадлежит к числу самых важных продуктов органической промышленности. Наиболее важные области его применения: производство красителей, пластмасс, искусственных дубителей, фармацевтических препаратов (салициловая кислота, салол, аспирин, В. В.-пикриновая кислота).

Фенол является важным исходным продуктом в процессе производства нового высокосортного искусственного волокна «тайлона» (см. стр. 296).

Ацетон

Известен издавна под названием «уксусный спирт» (по методу его получения путём сухой перегонки уксуснокислых солей). Точный состав его был установлен Либихом и Дюма (1833 г.). Ацетон выделяется как продукт обмена веществ с мочой и с выдыхаемым воздухом при тяжёлых случаях сахарной болезни. Большая часть ацетона производится путём кагальитического разложения уксусной кислоты или биохимическим путём (ацетоновое брожение, дающее одновременно бутиловый спирт). Главная масса ацетона идёт на производство бездымного пороха. Кроме того, он применяется как растворитель (например, ацетилена в производстве ацетатного шёлка) и для различных химических синтезов (снотворное средство — сульфонал, хлороформ, иодоформ, важное душистое вещество — ионон).

Формальдегид

В 1858 г. А. М. Бутлеров получает из иодистого метилена CH_2I_2 «диоксиметилен» — полимер формальдегида. В 1867 г. Гофман получает Ф, пропуская над раскалённой платиновой спиралью смесь воздуха и паров метилового спирта. Области его применения: производство пластмасс, красителей, фармацевтических препаратов, сельское хозяйство (протравливание зерна), дезинфекция, кожаная химия (дубители, придание твёрдости подошвенной коже, крашение кожи), текстильная промышленность (проклейка тканей, беление и отяжеление шёлка, крашение), фотография (отверждение желатиновых пластинок), консервирование.

Уксусная кислота

Известна в виде уксуса с глубокой древности. Это вообще первая кислота, практически использованная человеком. Само латинское название «кислота» — *acidum* — производится от названия уксуса — *acetum*. Вплоть до конца XVIII в. все вообще органические кислоты рассматривались как видоизменения уксусной кислоты.

1648 г. Глаубер, 1661 г. Бойль, 1732 г. Бургаве наблюдают образование сходной с уксусной кислотой жидкости при сухой перегонке различных растительных веществ.

1702 г. Шталь получает уксусную кислоту путём действия серной кислоты на ацетат калия.

1788 г. Лавуазье доказывает, что «уксусная кислота, называемая обычно уксусом, образуется в результате окисления спирта под влиянием воздуха».

1789 г. Русский академик Ловиц получает чистую кристаллическую уксусную кислоту («ледяная» уксусная кислота).

1843—1845 гг. Кольбе синтезирует уксусную кислоту, исходя из сероуглерода и хлора.

Уксусная кислота находит наибольшее применение из всех органических кислот. Она применяется в производстве:

- а) органических красителей (например индиго);
- б) фармацевтических препаратов (аспирин, фенацетин, антифебрин и др.);
- в) малярных красок (белил, хромовой жёлтой и красной, ярь-медянки и др.);
- г) красочных лаков;
- д) сложных эфиров уксусной кислоты (растворители и душистые вещества);
- е) ацетона;
- ж) искусственного шёлка (ацетатного) и ацетилцеллюлозы.

Жиры, углеводы, белки

Исторические сведения. Классическое исследование жиров было произведено французским химиком Шеврёлем, начиная с 1810 г. по 1823 г. Он показал, что при обработке жиров щёлочью получают глицерин и органические кислоты. Он выделил и исследовал 8 различных кислот. Он показал, что вес продуктов омыления примерно на 5% превышает вес исходного жира, причём все увеличение падает на водород и кислород, находящиеся в том же количественном соотношении

что и в воде. Отсюда он пришёл к выводу, что глицерин и жирные кислоты образуются за счёт взаимодействия жира с водой. Берцелиус дал следующую оценку этой работы: «Можно сказать, что она является лучшим и наиболее исчерпывающе выполненным химическим исследованием из числа тех, на которые может указать химия. Она служит образцом для молодых химиков, посвятивших себя изучению какой-либо малозвестной области химии».

Первые сведения о сахаре принесли в Европу вернувшиеся из Индии воины армии Александра Македонского (327 г. до н. э.), которые рассказывали «о роде тростника, дающего вещество, напоминающее собой мёд, к которому пчела не имеет никакого отношения».

В VIII—IX в. н. э. арабы культивируют сахарный тростник в Египте, Сирии и Испании и торгуют сахаром (по-арабски «суккар»). В это время сахар в Европе — весьма редкое и драгоценное вещество; им пользуются лишь очень богатые люди, да и то большей частью лишь во время болезни.

С XV в. сахарный тростник начинает культивироваться в колониях португальцами (в Бразилии и на о. Мадейра) и голландцами (Ява, Гвиана). В 1747 г. немецкий химик Маркграф устанавливает, что в корнях сахарной свёклы содержание сахара достигает 6%.

1799 г. Ученик Маркграфа Ашар открывает первый свеклосахарный завод, вскоре однако вынужденный прекратить своё существование вследствие несовершенства технологического процесса (сахар был нечист и горьковат).

1810 г. Франция отрезана английской блокадой от источников колониального сахара. Наполеон объявляет премию за изобретение наиболее практического способа добытия сахара из свёклы.

XIX в. Покровительственные мероприятия правительств стран, производящих свекловичный сахар; селекция свёклы (доведение процента сахара до 18); усовершенствование технологического процесса.

«Производство белого чистого сахара было первым и важнейшим достижением химии в области народного питания» (Слоссон).

Сравнительная сладость разных органических веществ
(по сравнению с тростниковым сахаром, принятым за единицу)

Вещества	Формула	Отношение
Тростниковый сахар . . .	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	1
Лактоза	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	0,27
Глицерин	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$	0,48
Этиленгликоль	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$	0,49
d-глюкоза	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	0,5—0,6
Фруктовый сахар	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	1,0—1,5

Вещества	Формула	Отношение
Хлороформ	CHCl_3	40
Сахарин	$\text{C}_6\text{H}_4 \begin{array}{c} \text{CO} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{NH} \\ \text{SO}_2 \end{array}$	200—700
Антиальдоксим перилло- вого альдегида	$\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CHNOH}$	2000

Химический состав пищевых веществ

(числа округлены)

А. Продукты животного происхождения

Название продуктов	Химический состав сырого вещества в %					
	белки	жиры	угле- воды	клет- чатка	зола	вода
<i>Мясо и мясные продукты</i>						
Говядина тощая	20,6	2,0	—	—	1,2	76,2
» жирная	18,4	21,4	—	—	1,0	58,7
Сало бычье топленое	0,4	98,1	—	—	0,1	1,3
Свиной жир топленый	0,3	99,0	—	—	—	0,7
Яйцо куриное 100 г	12,5	12,1	0,5	—	1,1	73,7
<i>Рыба и рыбные продукты</i>						
Вобла свежая	17,3	5,9	—	—	1,6	75,2
Лещ свежий	16,2	4,1	—	—	1,0	78,7
Сельдь свежая	16,7	8,2	—	—	1,6	73,6
<i>Молоко и молочные продукты</i>						
Молоко цельное коровье	3,4	3,7	4,9	—	0,7	87,3
Сметана	4,3	26,2	1,7	—	0,6	67,2
Творог тощий	14,6	0,6	1,2	—	1,2	83,4
Масло коровье сливочное	0,8	83,7	0,5	—	1,6	13,4
Масло топленое	—	98,1	—	—	0,2	1,6

Б. Продукты растительного происхождения

Название продуктов	Химический состав сырого вещества в %					
	белки	жиры	угле- воды	клет- чатка	зола	вода
<i>Крупы</i>						
Манная крупа	9,4	0,9	75,9	0,2	0,4	13,1
Ячменная крупа	9,5	0,9	74,8	0,7	1,2	13,0
Овсяная »	13,7	6,2	66,4	1,0	1,9	10,9
Гречневая »	12,9	2,8	64,7	2,2	2,1	13,9
Пшено	12,3	2,2	65,6	3,3	2,3	13,5
Рис белый (шлифованный)	8,1	1,3	75,5	0,9	1,0	13,2
<i>Хлеб, макароны, мука</i>						
Ржаной хлеб обыкновенный	6,4	1,1	50,4	0,8	1,5	39,7
Ржаные сухари	11,2	1,2	70,7	3,5	2,7	10,8
Пшеничный хлеб лучший	6,0	0,5	57,8	0,3	0,9	33,7
Лапша и макароны	10,9	0,6	75,5	0,4	0,6	11,9
Мука пшеничная, лучшая	10,6	1,1	74,7	0,3	0,5	12,6
» » грубая	11,6	1,6	73,4	0,9	1,0	12,6
» ржаная	9,6	1,4	73,8	1,4	1,2	12,6
» овсяная	13,9	6,2	67,1	1,7	2,1	9,1
<i>Овощи и корнеплоды</i>						
Горох зрелый	23,3	1,9	52,6	5,6	2,8	13,8
Чечевица	25,9	1,9	52,8	3,9	3,0	12,3
Картофель свежий	2,0	0,2	20,9	1,0	1,1	74,9
» сухой	8,2	0,8	82,0	4,0	—	5,0
Морковь	1,2	0,3	9,1	1,7	1,0	86,8
Капуста кочанная свежая	1,8	0,2	5,1	1,6	1,2	90,0
Капуста квашеная	1,3	0,4	3,5	1,5	1,8	91,0
Огурцы свежие	1,1	0,1	3,2	0,8	0,4	95,4
Лук	1,7	0,1	10,8	0,7	0,7	86,0
Помидоры (томат)	0,9	0,2	4,0	0,8	0,6	93,4
Сахарная свёкла	1,2	0,1	15,3 (сахара 12,3 и более)	1,2	1,0	81,3
<i>Сахар, мёд</i>						
Сахар свекловичный (песок)	—	—	99,5	—	0,04	0,1
Сахар рафинад (свекловичный)	—	—	99,8	—	0,03	0,05
Мёд пчелиный натуральный	1,4	—	79,9	—	0,2	18,5

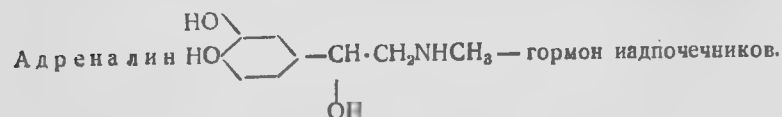
Наиболее изученные витамины

	Наименование и формула	Распространение в природе	Болезненные явления при недостатке витамина
Витамин В ₁	$ \begin{array}{c} \text{NH}_2 \cdot \text{HCl} \\ \\ \text{N} = \text{C} \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{N} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{N} - \text{CH} \quad \text{CH} \quad \text{S} \quad \text{C} \\ \text{Тиамин} \end{array} $	Дрожжи, картофель, чечевица, горох, бобы, зёрна пшеницы, печень, почки, яичный желток	Поражение нервной системы (полиневрит, бери-бери)
Витамин В ₂	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{CHOH} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \quad \text{O} \cdot \text{PO}_3 \text{H}_2 \\ \\ \text{O} \cdot \text{PO}_3 \text{H}_2 \\ \text{Лакто-флавин фосфат} \end{array} $	Широко распространён в природе, больше всего в дрожжах и в печени	Задержка роста; витамин В ₂ — активная часть жёлтого дыхательного фермента
Витамин С	$ \begin{array}{c} \text{CO} \\ \\ \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \\ \text{Аскорбиновая кислота} \end{array} $	Овощи и фрукты, особенно — плоды шиповника, лимоны, апельсины, шпинат, свёкла, зелёная капуста, хвоя	Цинга, неустойчивость по отношению к инфекции

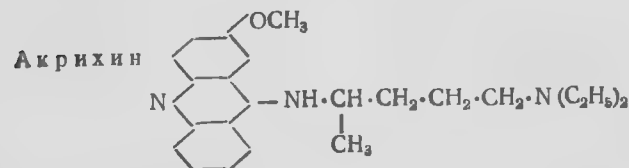
	Название и формула	Распространение в природе	Боллезненные явления при недостатке витамина
Витамин А	$\text{ONCH}_2-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3$	Находится главным образом в виде провитамина-каротина в моркови, шпинате, томатах и зелёном горошке, коровьем молоке и, особенно, в рыбьем жире	Поражение эпителия (его разрастание и ороговение), поражение глаз (ксерофтальмия), расстройство координации движения, нарушения в половой сфере, снижение сопротивляемости инфекции
Витамины группы D	Витамин D₂	Масло, молоко, яичный желток, сардины, сельди, шпроты, некоторые грибы, особенно много в рыбьем жире	Нарушения в обызвествлении костей, в острой форме — рахит

	Название и формула	Распространение в природе	Болезненные явления при недостатке
Витамины размножения (E)		Зёрна злаков, овощи, масло, молоко, яичный желток	Заболевания половой сферы

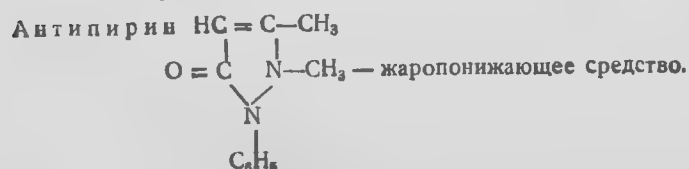
Некоторые природные и синтетические лекарственные вещества



Действует на симпатическую нервную систему; сужает кровеносные сосуды.



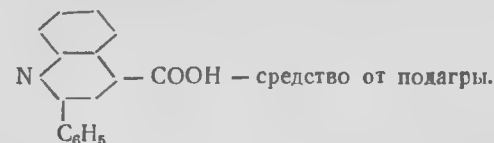
Антималярийный препарат, применяется в виде соли.



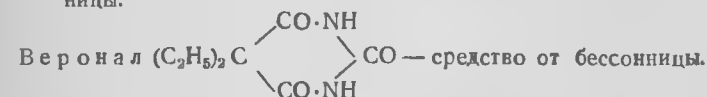
Антифебрин, ацетанилид $C_6H_5NHCOCH_3$ — жаропонижающее.

Аспирин, ацетил-салициловая кислота $CH_3COO \cdot C_6H_4COOH$ (1,2)

Атофан, 1 — фенил — хиолин — 4 карбоновая кислота.



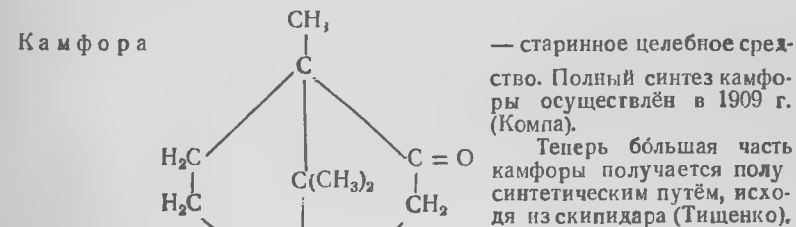
Бромурал $(CH_3)_2CH \cdot CH \cdot Br \cdot CO \cdot NH \cdot CO \cdot NH_2$ — средство от бессонницы.



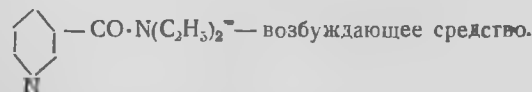
Дисульфан $NH_2 - \text{C}_6H_4 - SO_2 \cdot NH - \text{C}_6H_4 - SO_2NH_2$ принадлежит к группе сульфамидных препаратов (производные амида сульфаниловой кислоты — белого стрептоцида). Средство против желудочно-кишечных заболеваний.

Иодоформ CHI_3 — дезинфицирующее средство.

Ихтиол — аммонийная соль сульфокислоты, получаемой при обработке серной кислотой маслообразного продукта сухой перегонки природных битуминозных сланцев.

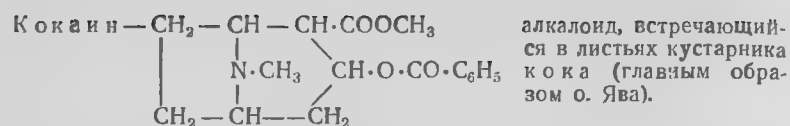


Кардиозол, корамин — диэтиламин — никотиновой кислоты

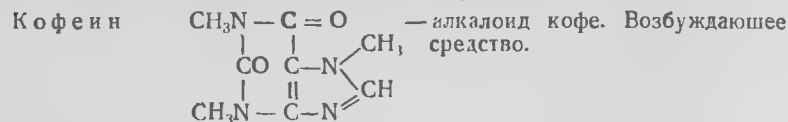


Кодеин — подобно морфию (см.) принадлежит к группе опийных алкалоидов; отличается от морфия лишь наличием метильной группы в фенольном гидроксиле.

В 10—20 раз менее ядовит, чем морфий.



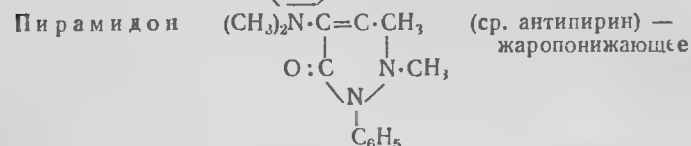
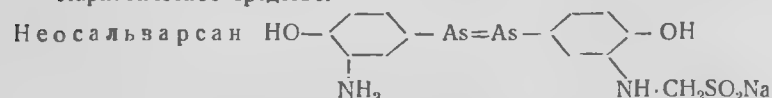
Выделен в 1860 г. (Ниман). Синтезирован в конце прошлого столетия (Вильштеттер). Анестезирующее средство.



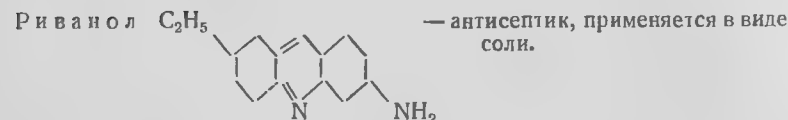
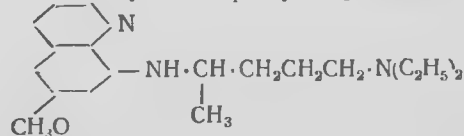
Люминал — см. веронал.

Морфий $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{O}_3\text{N} \cdot \text{H}_2\text{O}$ Наиболее важный представитель группы опийных алкалоидов.

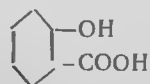
Первый алкалоид, выделенный в чистом виде (1806 г., Зертюрнер). Наркотическое средство.



Плазмохин — антималярийный препарат, применяется в виде соли.

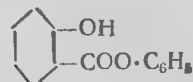


Салициловая кислота — ортооксибензойная кислота.

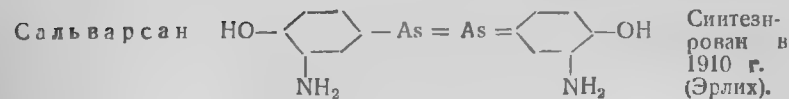


Натриевая соль обычно применяется при суставном ревматизме.

Салол — феноловый эфир салициловой кислоты.

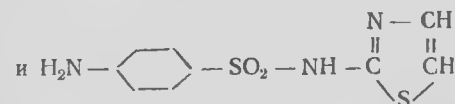
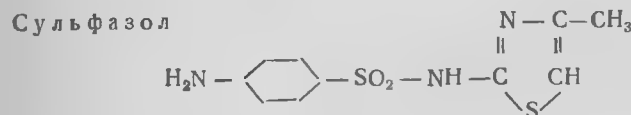
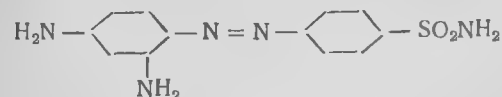


Средство для дезинфекции кишечника и мочевого пузыря.



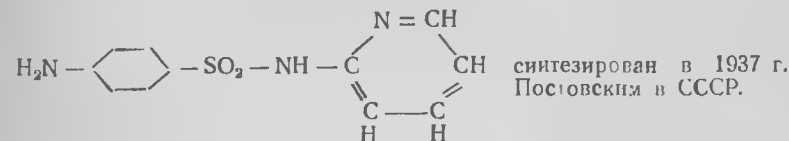
Стрептоцид, белый — амид сульфаниловой кислоты (сульфаниламид) $\text{H}_2\text{N} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{SO}_2 \cdot \text{NH}_2$. Синтезирован в 1912 г. Введен в медицинскую практику в 1937 г.

Стрептоцид, красный; первый из сульфамидных препаратов, введенных в медицинскую практику (1935 г.).

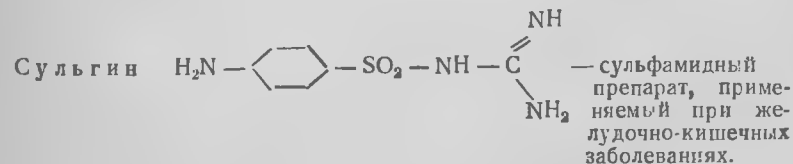


норсульфазол (сульфотпозол). Последний менее токсичен. Средства от пневмонии, менингита и других болезней, вызываемых различными видами кокковых бактерий.

Сульфидин (сульфаниламидопиридин)

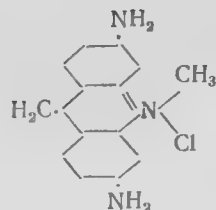


Области применения те же, что и для сульфазола. Благодаря применению сульфидина средняя смертность от воспаления лёгких снизилась.



Сульфонал $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{SO}_2\text{C}_2\text{H}_5)_2$. Синтез провёл в 1886 г. Бауман. Снотворное.

Триплавин



— антисептик; средство против сонной болезни.

Уротропин — гексаметилентетрамин $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$.

Синтезирован в 1860 г. Бутлеровым. Применяется в медицине с конца XIX столетия как средство для дезинфекции мочевых путей. Часто применяются разнообразные продукты присоединения к уротропину, например, кальцекс — молекулярное соединение уротропина с хлористым кальцием.

Хлорамин Б. $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_2 \cdot (\text{ONa}) : \text{NCl}$ и

Хлорамин Т. $\text{CH}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2 (\text{ONa}) : \text{NCl}$ — дезинфицирующие средства; применяются при дегазации иприта и других стойких ОВ, а также как антисептические средства.

Хлоралгидрат $\text{Cl}_3\text{C} \cdot \text{CH}(\text{OH})_2$. Синтезирован Либихом в 1832 г. Применяется с 1862 г. как снотворное средство.

Хинин $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_5$. Важнейший из алкалоидов хинной корки, давно применявшейся туземцами Боливии и Перу как средство против лихорадки. С середины XVII столетия хинная корка ввозилась в Европу. Выделен в 1820 г. французскими химиками Пельтье и Кавенту.

Полный синтез хинина осуществлён лишь в 1944 г.

Важнейшие синтетические смолы и пластмассы

А. Конденсационные смолы

Фенол-формальдегидные смолы — продукты конденсации фенола или крезолов с формальдегидом при нагревании в присутствии щелочей или кислот.

Важнейшие представители: бакелит, карболит (см. стр. 126); текстолит — материал, состоящий из нескольких слоёв ткани, пропитанной фенол-формальдегидными смолами.

Глифталевые смолы — продукты конденсации глицерина с фталевым ангидридом.

Полиамидные смолы. Важнейшим представителем является новый продукт «найлон», получаемый путём конденсации адипиновой кислоты $\text{COOH} \cdot (\text{CH}_2)_4 \cdot \text{COOH}$ с гексаметилендиаминном. Исходными веществами служат фенол и аммиак, либо ацетилен, муравьиный альдегид и синильная кислота. Найлон обладает важными качествами — высокой прочностью, негорючестью, что делает его очень ценным видом искусственного волокна, широко применяемого для выделки парашютных тканей. Не являясь веществом растительного или животного происхождения, найлон не подвергается гниению.

Б. Полимеризационные смолы

Полихлорвинил — продукт полимеризации хлористого винила $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$. Важнейшие представители — коросил, винилит. Термин винилит применяется также для обозначения других виниловых производных, например, винилацетата $(\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2)_x$.

Метил-метакрилатные смолы — продукт полимеризации метилового эфира метакриловой кислоты $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$. Важнейшим представителем является бесцветная пластмасса — плексиглас, органическое стекло.

Полистиролы — продукт полимеризации стирола (винил-бензола).

Полиэтилен — продукт полимеризации этилена

В. Белковые пластмассы

Галалит — пластмасса, получаемая из казеина последующей обработкой его формалином.

Г. Эфиры целлюлозы

Целлулоид — продукт, получаемый путём взаимодействия нитроцеллюлозы (низших степеней нитрования) и камфоры (в отношении 100: 35).

Ацетил-целлюлоза (уксуснокислый эфир целлюлозы) — «негорючий целлулоид» (ацетатный шёлк).

Целлофан — пожаробезопасная ацетил-целлюлозная плёнка.

В последнее время пластмассы перестали играть вспомогательную роль заменителей других дефицитных материалов, а приобрели значение нового, созданного человеком материала, который в некоторых областях применения наилучшим образом отвечает техническим требованиям. «Недостаток некоторых стратегических материалов открыл дверь развитию новой промышленности пластических масс — дверь, которая уже никогда не закроется»¹.

¹ Л. Ю. Шпигерт, Изменения в экономике сырья и топлива во второй мировой войне, 1946, стр. 140.

V СТРОЕНИЕ АТОМА И ЕГО ЯДРА АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ

Изучение атомного ядра можно смело назвать центральной проблемой современной физики. Для химии этот вопрос также имеет перво-степенное значение. По мере накопления знаний о строении ядра и характере внутриядерных сил всё более выяснялась огромная важность этого вопроса. Особенно актуальным он стал в последние годы, когда человечество вплотную подошло к практическому использованию атомной энергии.

Гипотеза Проута.

Ещё более ста лет назад (1815 г.) английский врач и химик Проут обратил внимание на то, что атомные веса всех элементов достаточно точно выражаются целыми числами. Он высказал гипотезу, что водород, атомный вес которого принимался за единицу, является первичным веществом, из которого построены атомы всех остальных элементов.

Более тщательные определения (особенно важны работы бельгийского учёного Стаса, середина XIX в.) показали, что атомные веса элементов, как правило, не являются точными кратными относительно водорода, и гипотеза Проута была оставлена. Однако основной мотив гипотезы Проута, что атомы всех элементов построены из одного и того же строительного материала, до некоторой степени согласуется с новейшими научными данными.

Исключительную роль в развитии наших знаний о строении и свойствах атомов сыграл периодический закон, открытый в 1869 г. великим русским учёным Д. И. Менделеевым. Правильная периодичность свойств, наблюдающаяся в системе элементов, дала ключ к пониманию строения атомов и надолго определила направление многочисленных исследований в области физики и химии.

Со времени открытия закона Менделеева положение элемента в периодической системе является его важнейшей характеристикой, определяющей свойства и строение атомов этого элемента.

В 1896 г. французский учёный А. Беккерель установил, что соли урана испускают лучи нового типа, которые вызывают почернение фотографической пластинки сквозь чёрную бумагу и ионизируют воздух. Пьер и Мари Кюри, тщательно изучив это явление, нашли, что оно свойственно урану, торию, а также открытым ими новым элементам радю и полонию, независимо от того, в каких

соединениях находятся атомы этих элементов. Радий выделяет одновременно с излучением газ, названный emanацией радия. При этом происходит заметное выделение тепла: один грамм радия выделяет в час 135 калорий.

Английскому учёному Резерфорду удалось установить сложный характер радиоактивного излучения. Оказалось, что оно состоит из трёх частей: α -, β и γ -лучей, различно отклоняющихся в магнитном поле. По величине и направлению этого отклонения было определено, что α -лучи являются частицами, несущимися со скоростью, равной, примерно, $1/10$ скорости света, зарядом $+2e$ и массовым числом 42; γ -частицы, это — ядра гелия; β -лучи, это — поток электронов с большими скоростями, подобный катодным лучам; γ -лучи ни магнитным ни электрическим полем не отклоняются; они полностью аналогичны рентгеновским лучам, т. е. являются электромагнитным излучением (рис. 46).

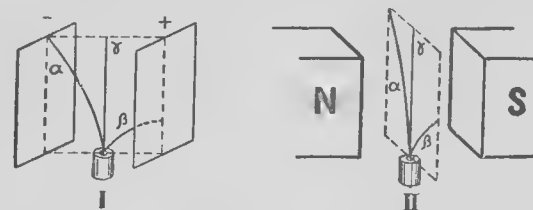


Рис. 46. α -, β и γ -лучи в электрическом и магнитном поле

Радиоактивные превращения. Закон смещения Содди-Фаянса.

Явление радиоактивности впервые доказало разрушимость, а следовательно, и сложность атомов. При излучении атомом γ -частицы происходит образование нового элемента, масса атома уменьшается при этом на 4 единицы, а заряд ядра — на 2 единицы, что вызывает смещение положения элемента в периодической системе на две клетки влево. При испускании β -частицы, т. е. электрона, масса атома практически не изменяется (масса электрона очень мала по сравнению с массой атома), а заряд ядра повышается на одну единицу. Образующийся при этом новый элемент смещён на одну клеточку вправо в соответствующем ряду периодической системы (закон смещения Содди-Фаянса).

Скорость радиоактивных превращений. Период полураспада.

Распад радиоактивных элементов идёт так, что за определённый промежуток времени (различный для разных элементов) распадается одна и та же доля имеющегося количества элемента. Так, если за определённый промежуток времени распадается $1/2$ взятого количества радиоактивного вещества, то за следующий такой же отрезок времени остаток снова распадается наполовину, полученный остаток снова наполовину и т. д.

С течением времени вещества остаётся всё меньше и меньше. Но как бы ни был мал остаток, он за каждый следующий промежуток времени распадается не полностью, а только на определённую долю.

¹ За единицу заряда принимается заряд электрона
² Определение массового числа — см. стр. 302.

Радиоактивные

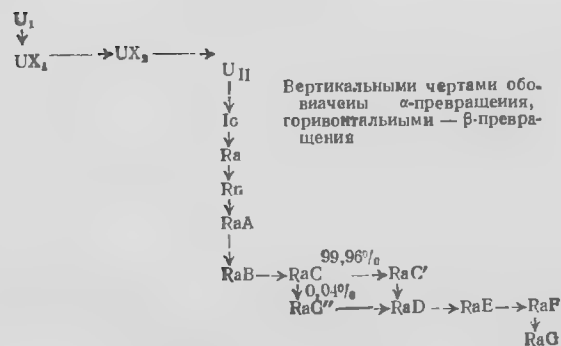
ТАБЛИЦА А

семейства

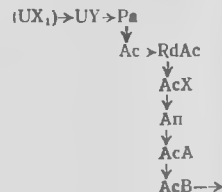
Семейство урана — радия						Семейство		
Элемент	Символ	Порядко- вый номер	Атомный вес	Период полу- распада	Испу- скаемые лучи	Элемент	Символ	Порядко- вый номер
Уран I	U _I	92	238,14	4,4·10 ⁹ лет	α	Плутоний	Pu	94
Уран X ₁	UX ₁	90	234	24,5 сут.	β, γ	Активный — уран	AcU	92
Уран X ₂	UX ₂	91	234	1,14 мин.	β, γ	Уран Y	UY	90
Уран II	U _{II}	92	234	3·10 ⁵ лет	α	Протактин- ий	Pa	91
Ионий	Io	90	230	8,3·10 ⁴ лет	α			
Радий	Ra	88	226,05	1590 лет	α, (β), γ	Активный	Ac	89
Радон	Rn	86	222	3,8 сут.	α	Радиоактивный	RdAc	90
(эманация радия)						Активный X	AcX	88
Радий A	RaA	84	218	3,05 мин.	α	Активно γ	Ap	86
Радий B	RaB	82	214	26,8 мин.	β, γ	(эманация активная)	(AcEm)	
Радий C	RaC	83	214	19,7 мин.	(α), β, γ	Активный A	AcA	84
Радий C'	RaC'	84	214	10—6 сек.	α	Активный B	AcB	82
Радий C''	RaC''	81	210	1,32 мин.	β, γ	Активный C	AcC	83
Радий D	RaD	82	210	22 года	β, γ	Активный C'	AcC'	84
Радий E	RaE	83	210	5,0 сут.	β	Активный C''	AcC''	81
Радий F	RaF	84	210	140 сут.	α, (β), γ	Активный D	AcD	82
(полоний)						(актиниевый свинец)		
Радий G (урановый свинец)	RaG	82	206,016	Устойчив				

Схема радиоактивных

Семейство урана-радия

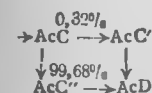


Семейство

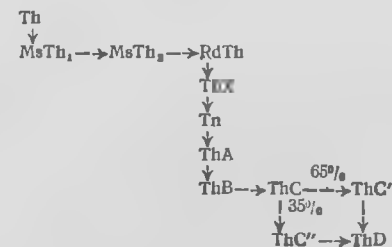


превращений

активна



Семейство тория



Поэтому скорость распада условились характеризовать периодом полураспада, т. е. тем промежутком времени, в течение которого распадается половина наличного количества данного элемента (см. стр. 300).

В большинстве случаев при естественном распаде происходит испускание либо α -частицы, либо β -частицы, причём последнее обычно сопровождается γ -излучением. Часто вновь образующийся элемент

радиоактивен и распадается дальше. Так, например, при испускании радием (массовое число — 226, порядковый номер 88) α -частицы образуется эманация радия, которая снова испускает α -частицу и превращается в RaA, и так далее, пока ряд превращений не оборвётся на устойчивом элементе — свинце.

Известны три естественных радиоактивных ряда: указанный выше ряд радия, начинающийся с урана, ряды тория и актиния. Кроме того, незначительной естественной радиоактивностью обладают ещё три элемента: калий, рубидий и самарий. Периоды полураспада их равны соответственно: $1,4 \cdot 10^9$; $4,3 \cdot 10^{11}$ и $1,2 \cdot 10^{12}$ лет.

Большим шагом вперёд в изучении строения материи явились работы английского учёного Астона (1910 г.), которые привели к важным открытиям.

Схема прибора Астона, называемого масс-спектрографом, дана на рисунке 47. Узкий пучок положительных ионов какого-нибудь элемента, образующийся в разрядной трубке (А), выделяется двумя щелями S_1 и S_2 и отклоняется электрическим полем между двумя пластинами заряженного конденсатора. Затем они попадают в магнитное поле M , отклоняющее их в противоположную сторону.

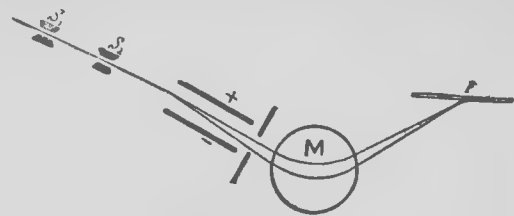


Рис. 47. Схема масс-спектрографа

Электрическое и магнитное поля подобраны так, что частицы с разными скоростями, но одинаковыми зарядами и массой попадают в одну точку фотографической пластинки F . По отклонению частиц вычисляют их массу.

Работы Астона привели к открытию *изотопов*, т. е. атомов, имеющих одинаковый порядковый номер, но различные массы. По-гречески: *изо* — значит *одинаковый*, *равный*, а *топос* — место. Изотопы одного и того же элемента занимают одно и то же место в периодической системе и обладают одинаковыми химическими свойствами.

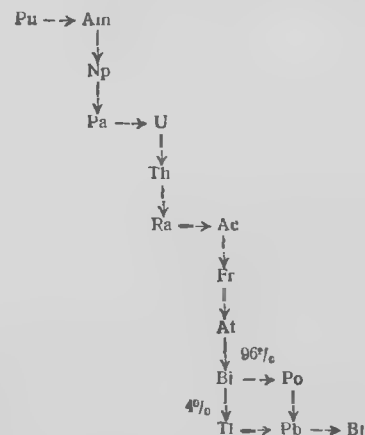
Установлено, что почти все элементы представляют собой смесь двух или более изотопов (см. стр. 9).

Масса атома (точнее — его ядра) всегда приближённо равна целому кратному основной единицы массы, почти равной массе ядра атома водорода. Это целое число называют *массовым числом* (A)

В связи с открытием зауранных элементов: нептуния (Np), плутония (Pu), америция (Am) и кюрия (Cm) (см. стр. 315), недавно установлено существование четвёртого радиоактивного семейства: ряда нептуния. Ниже приведены основные данные и схема этого нового ряда:

Радиоактивное семейство нептуния

Элемент	Символ	Порядковый номер	Атомный вес	Период полураспада	Испускаемые лучи
Плутоний	Pu	94	241	10 лет	β
Америций	Am	95	241	500 лет	α
Нептуний	Np	93	237	$2,25 \cdot 10^6$ лет	α
Протактиний	Pa	91	233	27,4 дня	β, γ
Уран	U	92	233	$1,62 \cdot 10^8$ лет	α
Торий	Th	90	229	7000 лет	α
Радий	Ra	88	225	14,8 дня	β
Актиний	Ac	89	225	10 дней	α
Франций	Fr	87	221	4,8 мин.	α
Астатин	At	85	217	0,018 сек.	α
Висмут	Bi	83	213	47 мин.	β (96%) α (4%)
Полоний	Po	84	213	$\sim 10^{-5}$ сек. (?)	α
Таллий	Tl	81	209	(?)	(β)
Свинец	Pb	82	209	3,3 часа	β
Висмут	Bi	83	209	Устойчив	



Обозначение изотопов: около символа элемента ставятся цифры (обычно справа), например Be_4^9 . Нижняя цифра означает порядковый номер (или, что то же, заряд ядра), верхняя — массовое число. Иногда индексы ставятся слева от знака элемента.

Изобары. Изобарами называются атомы различных элементов, одинаковые по массе, но различные по величине заряда ядра. Например,



Разделение изотопов. Так как различные изотопы одного и того же элемента химически неразличимы, то проблема разделения изотопов очень сложна.

Оно основано на применении таких физических или физико-химических процессов, в которых играет роль масса атома.

Известно, что скорость диффузии обратно пропорциональна квадратному корню из веса частиц. Поэтому, заставляя смесь газообразных изотопов многократно диффундировать через пористую перегородку в вакуум, можно добиться полного разделения их. Это — впервые применённый метод разделения изотопов (Астон, разделение изотопов Ne).

Кроме того, возможно разделение изотопов с помощью многократного центрифугирования, так как центробежная сила, действующая на частицы, пропорциональна массе последних.

Эти методы разделения тем эффективнее, чем больше относительное различие частиц по их массе. Поэтому разделение изотопов элементов с большим атомным весом является очень длительной и трудоёмкой операцией.

Дейтерий. Изотоп водорода с массовым числом 2 — H_1^2 , называемый *дейтерием* и обозначаемый символом D, играет особую роль; поэтому укажем основные моменты выделения его важнейшего соединения D_2O .

а) «Тяжёлая» вода D_2O разлагается под действием электрического тока медленнее, чем обыкновенная вода; поэтому при длительной работе электролитической ванны в остатке происходит постепенное накопление тяжёлой воды.

б) Так как температуры кипения обычной и тяжёлой воды отличаются друг от друга на 1,4°, то возможно их разделение путём многократной фракционированной перегонки.

в) Пропуская обычный водород (т. е. смесь изотопов) и пары воды над катализатором, можно осуществить реакцию:



Реакция обратима и не идёт до конца, но условия равновесия таковы, что концентрация D_2O в конденсируемой после реакции воде выше, чем в исходной воде.

Строение атома

К началу XX в. было твёрдо установлено, что в состав атома входят как положительно, так и отрицательно заряженные частицы.

Исходя из этого, английский учёный Дж. Дж. Томсон уже в 1903 г. пытался представить атом в виде шарика, равномерно заполненного положительным электричеством, внутри которого распределены электроны.

Если суммарный заряд электронов равен положительному заряду шарика, то атом в целом нейтрален.

Эта несовершенная модель была первой попыткой дать наглядное представление о строении атома и сыграла положительную роль в химии.

Опыты Резерфорда.

Гипотеза Томсона была опровергнута опытами Резерфорда (1911 г.), изучавшего рассеяние α -частиц при прохождении их через тонкие пластинки различных веществ.

Эти опыты, а также изучение полёта α -частиц с помощью камеры Вильсона дали неожиданные результаты. Большинство α -частиц проходит сквозь вещество почти прямолинейно, и лишь небольшое число их резко меняет направление (см. рис. 48).

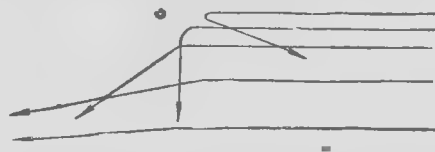


Рис. 48. Отклонение пути α -частицы ядром атома

С точки зрения теории Томсона это было непонятно. Если бы атомы были сплошными, то столкновения испытало бы значительно большее число α -частиц или отклонений от прямолинейного пути вообще не было бы, если бы атомы были абсолютно проницаемы для α -частиц.

По Резерфорду, атом каждого элемента состоит из ядра, в котором сосредоточена почти вся масса атома, и электронов вне ядра на значительном расстоянии от ядра и друг от друга. Так как ядро, несущее положительный заряд, очень мало (порядка 10^{-13} см) по сравнению с размерами атома (10^{-8} см), то сравнительно редко α -частица пролетает так близко от ядра, чтобы испытать резкое отклонение.

Таким образом, материя состоит из отдельных образований, очень редко разбросанных в пустоте. Если увеличить размер ядра до величины ореха (~ 1 см в диаметре), то ближайшие электроны следует поместить на радиусе в 1 км. Непроницаемый объём в куске платины весом в 21 т равен 1 мм³.

В 1913 г. английский учёный Мозли, исследуя рентгеновские спектры различных элементов, обнаружил, что положение важнейших линий в этих спектрах зависит от значения порядкового номера элемента. Это указывало на то, что порядковые номера не просто указывают последовательность расположения элементов в периодической системе, но имеют определённый физический смысл. Это расшифровывается следующим образом. По степени отклонения α -частицы

при её прохождении вблизи ядра были вычислены заряды различных элементов, и обнаружено, что эти заряды (принимая заряд электрона за единицу) равны порядковым номерам соответствующих элементов.

Теория Бора. На основании опытов Резерфорда датский учёный Н. Бор создал свою динамическую теорию строения атома (1913 г.).

Электроны движутся вокруг ядра, как планеты вокруг солнца. В первом приближении мы считаем, что движение совершается по круговым орбитам.

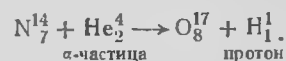
Однако по законам классической электродинамики электрон при таком движении должен терять энергию и в конце концов упасть на ядро. Чтобы избежать этого противоречия, Бору пришлось ввести следующее допущение (так называемый первый постулат Бора): «Электрон не теряет энергии, если движется по особым, так называемым *квантованным* орбитам».

Второй постулат Бора утверждает, что когда электрон перескакивает с более отдалённой орбиты на более близкую к ядру, то происходит излучение энергии в виде света с определённой длиной волны.

Между частотой этого излучения, определяемой путём исследования спектров, и радиусом орбиты имеется определённая связь, позволяющая судить о размерах атома. Однако все количественные расчёты, сделанные исходя из теории Бора, оправдались только в случае атома водорода. Для более тяжёлых и сложных атомов пришлось вводить в теорию Бора новые усложнения.

Теория Бора впервые объяснила природу излучения и поглощения света атомами, связав это явление со структурой атомов. Но бессилие теории Бора количественно подойти к вопросу о структуре и свойствах сложных атомов, к вопросу о природе химической связи и др. показывает, что законы движения электронов гораздо сложнее, чем это описывается теорией Бора. Нельзя говорить о какой-то строго определённой орбите электрона; нам известно лишь среднее, наиболее вероятное расстояние электрона от ядра. Все эти особенности строения атомов смогли полностью выясниться лишь с появлением современной волновой механики.

Искусственное превращение элементов. Принципиальная возможность искусственного расщепления ядра была показана ещё в 1919 г. Резерфордом, бомбардировавшим азот α -частицами и впервые осуществившим в лаборатории искусственное превращение элементов:



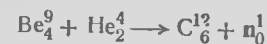
Таким образом, в результате реакции получается изотоп кислорода с массовым числом 17 и ядро водорода — протон. Это была первая проведённая в лаборатории ядерная реакция, т. е. реакция, где изменению подверглись ядра взаимодействовавших элементов.

Долгое время предполагали, что других элементарных частиц, кроме протона и электрона, нет.

Но в 30-х годах XX в. были сконструированы для исследовательских работ мощные установки — циклотроны. Они дают электромагнитные поля напряжением свыше миллиона вольт, и с их помощью удаётся разогнать протоны и α -частицы до громадных скоростей.

Стало возможным осуществление новых ядерных реакций в лабораторных условиях.

Нейтрон. Бомбардируя изотоп бериллия Be_4^9 α -частицами большой энергии, английский учёный Чедвик открыл в 1932 г. новую элементарную частицу с массой протона, но без заряда. Частица была названа *нейтроном*. Эту реакцию можно записать так:



(n_0^1 — нейтрон; его заряд = 0; массовое число = 1).

Наблюдение нейтрона обычными методами из-за отсутствия у него заряда невозможно. Но можно очень точно определить массу и скорость нейтрона, наблюдая в камере Вильсона упругое столкновение его с известными ядрами по траектории их полёта.

С другой стороны, именно отсутствие заряда у нейтрона придаёт ему огромную проникающую и разрушительную способность. Нейтрон не отталкивается и не отклоняется со своего пути при прохождении вблизи встречных заряженных частиц. С помощью нейтрона удалось осуществить множество ядерных реакций.

Позитрон. *Позитрон* — «положительный электрон» — был впервые открыт в космических лучах американским учёным Андерсоном в 1933 г.

Космические лучи — непрерывное излучение, падающее на землю из мирового пространства и состоящее главным образом из электронов, протонов и γ -лучей, обладающих очень большой энергией. Источник этого излучения ещё не установлен. Андерсон нашёл частицы, отклоняющиеся под действием поля в камере Вильсона так же, как электроны, но в обратную сторону. Масса такой частицы — *позитрона* — равна массе электрона, а заряд равен заряду электрона с обратным знаком, т. е. положителен. Позитроны очень недолговечны. Они легко соединяются парно с электронами с образованием кванта света, что было непосредственно обнаружено экспериментом.

Позитроны испускаются также при некоторых ядерных реакциях. В уравнениях для ядерных реакций позитрон обозначается e^{0+1} .

Мезоны и нейтрино. Протон, электрон, нейтрон и позитрон — основные элементарные частицы. В последнее время в космических лучах открыты *мезоны* — частицы с зарядами электрона и с массой примерно в 150 раз большей.

Кроме того, для удовлетворения принципа сохранения энергии при β -распаде пришлось допустить существование нейтральной частицы с массой электрона (или меньшей) — *нейтрино*. Экспериментально эта частица не обнаружена.

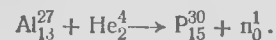
Дейтрон (дейтон). К элементарным частицам относят иногда *дейтрон*¹ — ядро «тяжёлого водорода» — дейтерия D_1^2 , обладающее массой вдвое большей, чем масса протона, и состоящее, повидимому, из протона и нейтрона.

Варитроны. В самое последнее время (1947 г.) советскими учёными Алихановым и Алиханяном сделано замечательное открытие большого числа (более 10) новых элементарных частиц, названных ими *варитронами*.

¹ Единая терминология здесь ещё не установилась, и часто вместо термина «дейтрон» употребляют равнозначный термин «дейтон».

В космических лучах были обнаружены варитроны с разными массами (от масс, лишь в несколько десятков раз превышающих массу электрона, до тяжёлых варитронов с массой большей, чем масса протона). Это открытие совершенно по-новому поставило вопрос о природе элементарных частиц.

Искусственная радиоактивность. В 1934 г. французские учёные Ирэн Кюри и Фредерик Жолио бомбардировали алюминий α -частицами и получили неустойчивый изотоп фосфора, не существующий в природе:



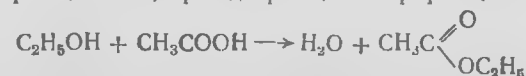
P_{15}^{30} обладает замечательным свойством: он испускает позитроны, т. е. является радиоактивным элементом:



Так была открыта искусственная радиоактивность.

В настоящее время известны радиоактивные изотопы почти всех элементов (см. стр. 9).

Меченые атомы. Химическое тождество изотопов одного и того же элемента используется для выяснения механизма химических реакций. Так, проводя реакцию этерификации



с этиловым спиртом, где кислород гидроксильной группы заменён своим изотопом O^{18} , определили, что получающаяся вода не содержит этого изотопа. Если же изотопом O^{18} заменён кислород гидроксильной группы кислоты, то в образовавшейся воде содержится изотоп кислорода O_8^{18} . Следовательно, при этой реакции от спирта отделяется лишь атом водорода.

Гораздо удобнее пользоваться в качестве таких «меченых» атомов радиоактивными изотопами, присутствие которых легко обнаружить по их излучению. Радиоактивные изотопы — могучее оружие в руках современного химика-исследователя.

Ниже приведены некоторые важнейшие радиоактивные изотопы.

Изотоп	Способ получения	Период полураспада
H_1^3 (тритий)	$\text{D}_1^2 + \text{D}_1^2 \rightarrow \text{H}_1^3 + \text{H}_1^1$	> 10 лет
C_6^{14}	$\text{N}_7^{14} + \text{p}_1^1 \rightarrow \text{C}_6^{14} + \text{H}_1^1$	1000 лет
N_7^{13}	$\text{C}_6^{12} + \text{H}_1^1 \rightarrow \text{N}_7^{13}$	10 мин.
O_8^{15}	$\text{N}_7^{14} + \text{D}_1^2 \rightarrow \text{O}_8^{15} + \text{p}_1^1$	126 сек.
Na_{11}^{22}	$\text{F}_9^{19} + \text{He}_2^4 \rightarrow \text{Na}_{11}^{22} + \text{p}_1^1$	6 мес.

Ядерные реакции. В настоящее время известно более 600 ядерных реакций. Их можно классифицировать следующим образом.

Типы ядерных реакций

Тип реакции	Частицы, употребляемые для бомбардировки	Частицы, получаемые в результате реакции	Примеры (в уравнениях ядерных реакций фигурируют ядра элементов и элементарные частицы)	Примечания
$\alpha - p$	α -частица	протон	$\text{B}_5^{10} + \text{He}_2^4 \rightarrow \text{C}_6^{13} + \text{H}_1^1$	
$\alpha - n$	α -частица	нейтрон	$\text{D}_1^2 + \text{He}_2^4 \rightarrow \text{H}_1^1 + \text{p}_1^1 + \text{He}_2^4$	Здесь в результате реакции тяжёлый водород разбивается α -частицей на протон и нейтрон
$p - \alpha$	протон	α -частица	$\text{Li}_3^7 + \text{H}_1^1 \rightarrow 2\text{He}_2^4$	
$p - d$	протон	дейтрон	$\text{Be}_4^9 + \text{H}_1^1 \rightarrow \text{Be}_4^8 + \text{D}_1^2$	
$p - \gamma$	протон	квант $h\nu$	$\text{Al}_{13}^{27} + \text{H}_1^1 \rightarrow \text{Si}_{14}^{28} + h\nu$	В реакциях этого типа протон захватывается ядрами, и испускается очень большой квант энергии
$p - n$	протон	нейтрон	$\text{O}_8^{18} + \text{H}_1^1 \rightarrow \text{F}_9^{18} + \text{p}_1^1$	Реакциями этого типа получено много радиоактивных изотопов
$d - \alpha$	дейтрон	α -частица	$\text{Li}_3^6 + \text{D}_1^2 \rightarrow 2\text{He}_2^4$	
$d - p$	дейтрон	протон	$\text{D}_1^2 + \text{D}_1^2 \rightarrow \text{H}_1^3 + \text{H}_1^1$	В результате этой реакции получается радиоактивный изотоп водорода — тритий
$d - p, \alpha$	дейтрон	протон и α -частица	$\text{Au}_{79}^{197} + \text{D}_1^2 \rightarrow \text{Ir}_{77}^{194} + \text{H}_1^1 + \text{He}_2^4$	

Тип реакции	Частицы, употребляемые для бомбардировки	Частицы, получаемые в результате реакции	Примеры (в уравнениях ядерных реакций фигурируют ядра элементов и элементарные частицы)	Примечания
d — n	дейтрон	нейтрон	$\text{Be}_4^9 + \text{D}_1^2 \rightarrow \text{B}_5^{10} + \text{n}_0^1$	Один из наиболее часто применяемых методов получения нейтронов
n — α	нейтрон	α -частица	$\text{Li}_3^6 + \text{n}_0^1 \rightarrow \text{H}_1^3 + \text{He}_2^4$	
n — p	нейтрон	протон	$\text{B}_5^{10} + \text{n}_0^1 \rightarrow \text{Be}_4^{10} + \text{H}_1^1$	
n — γ	нейтрон	квант $h\nu$	$\text{U}_{92}^{238} + \text{n}_0^1 \rightarrow \text{U}_{92}^{239} + h\nu$	Важность этой реакции захвата нейтрона будет выяснена далее
n — 2p n — 3p	нейтрон	нейтроны	$\text{Cu}_{29}^{63} + \text{n}_0^1 \rightarrow \text{Cu}_{29}^{*61} \rightarrow$ $\rightarrow \text{Cu}_{29}^{*63} + \text{n}_0^1 \rightarrow$ $\rightarrow \text{Cu}_{29}^{*62} + 2\text{p}_1^1 \rightarrow$ $\rightarrow \text{Cu}_{29}^{*61} + 3\text{p}_1^1$	Реакции этого типа с устойчивыми ядрами идут лишь под действием нейтронов больших энергий. Значок * означает возбужденное ядро

Протонно-электронная теория строения ядер.

До 30-х годов XX в. господствовало представление о том, что ядра атомов всех элементов состоят из протонов и электронов. Исключение составляет водород, ядро которого является протоном. Для примера рассмотрим ядро гелия He_2 , или, что то же, α -частицу. Она должна состоять из четырех протонов и двух электронов, идущих на компенсацию двух лишних зарядов. После открытия нейтрона и искусственной радиоактивности, сопровождающейся испусканием позитронов — фактов, не объяснимых с такой точки зрения, — эта теория была оставлена.

Протонно-нейтронная теория строения ядер.

Сейчас общепринятой является теория советского учёного Д. Д. Иваненко, согласно которой ядра атомов состоят из протонов и нейтронов.

Ядро гелия He_2^4 состоит из двух протонов и двух нейтронов. Число протонов N равно заряду ядра, а число нейтронов равно разности между массовым числом A и зарядом Z :

$$N = A - Z.$$

Эта теория находится в хорошем согласии с квантово-механическими расчётами и экспериментальными данными по α - и β -излучению и искусственной радиоактивности, сопровождающейся испусканием позитронов.

При испускании позитрона происходит, вероятно, переход протона в нейтрон, а при испускании электрона — нейтрона в протон. Такое представление является грубой моделью. Точный механизм этих превращений не выяснен. Очевидно, между элементарными частицами в ядре действуют специфические, ещё не известные нам силы притяжения. Они проявляются на малых расстояниях и очень велики, так как прочно связывают одноимённо заряженные частицы.

Устойчивость ядер.

Необходимо отметить, что не любая комбинация протонов и нейтронов является устойчивой. В начале периодической системы устойчивыми являются комбинации, в которых количества протонов и нейтронов примерно равны. Ядра наиболее тяжёлых элементов, в которых число протонов достигает 88—90, а нейтронов 140—150, не являются стабильными. Они с большей или меньшей скоростью превращаются в атомы более лёгких элементов путём радиоактивного распада.

Массы ядер различных изотопов определяются с большой степенью точности при помощи масс-спектрографа Астона и из молекулярных спектров.

Если подсчитать массу ядра как сумму масс всех протонов и нейтронов, в него входящих, то окажется, что эта сумма всегда немного больше истинной величины массы ядра.

Например: масса ядра Be_4^9 , найденная экспериментально, равна 9,01504. (За единицу принимается $1/16$ от массы ядра изотопа кислорода — так называемая «атомная единица».) Это ядро состоит из четырёх протонов и пяти нейтронов. Масса протона равна (в тех же атомных единицах) 1,00813, а масса нейтрона — 1,00897. Сумма масс четырёх протонов и пяти нейтронов:

$$M_{\text{Be}_4^9} = 4 \cdot 1,00813 + 5 \cdot 1,00897 = 9,07737.$$

Разница между рассчитанной и действительной массой составляет: $\Delta = 9,07737 - 9,01504 = 0,06233$.

Величина Δ называется *дефектом массы*.

Соотношение между массой и энергией. По современным воззрениям масса и энергия связаны между собой. Всякое изменение массы системы сопровождается изменением её энергии. Этот закон соотношения массы m и энергии E получен Эйнштейном и выглядит так:

$$E = mc^2,$$

где c — коэффициент пропорциональности, численно равный скорости света. Если масса выражена в граммах, а $c = 3 \cdot 10^{10}$ см/сек, то энергия выразится в эргах. Энергию можно выражать в больших калориях, учитывая, что одна большая калория соответствует $4,186 \cdot 10^{10}$ эргам.

$$1 \text{ г массы эквивалентен } 1 \cdot (3 \cdot 10^{10})^2 \text{ эргам} = \frac{9 \cdot 10^{20}}{4,186 \cdot 10^{10}} \text{ больших калорий} = 2,151 \cdot 10^{10} \text{ больших калорий.}$$

С помощью подобных расчётов установлено, что наибольшее относительное количество энергии выделяется при образовании ядер элементов, занимающих среднее положение в периодической системе (барий,

стронций, железо и др.). Они, таким образом, наиболее устойчивы, так как для разложения всякого соединения требуется затратить тем больше энергии, чем больше её выделилось при образовании этого соединения. По обе стороны от этой области наиболее устойчивых элементов периодической системы устойчивость ядер элементов уменьшается. Следовательно, выигрыш энергии в области более лёгких элементов достигается при синтезе ядер элементов; напротив, в области элементов с большим атомным весом выигрыш энергии достигается при разрушении их ядер.

При обычных химических реакциях количество выделяющейся энергии не превышает нескольких сотен больших калорий на моль. Этому количеству энергии соответствует уменьшение массы, измеряемое миллиардными долями (10^{-9} г) грамма, что не может быть обнаружено ни одним из имеющихся сейчас приборов.

Но для ядерных реакций дело обстоит иначе. Для выше приведённого случая образования ядра бериллия Be_4^9 из четырёх протонов и пяти нейтронов



дефект массы составляет 0,06233 атомных единиц (см. выше). Следовательно, при образовании 1 граммома Be_4^9 должна выделиться энергия (в больших калориях):

$$Q = 0,06233 \cdot 2,151 \cdot 10^{10} \text{ б. кал} = \text{около } 1\,347\,000\,000 \text{ б. кал.}$$

При сгорании 1 т бензина выделяется 11 000 000 б. кал. Следовательно, найденное значение Q соответствует количеству энергии, выделяющейся при сжигании 122 т бензина (см. стр. 74).

Рассмотрим ядерную реакцию: $\text{Li}_3^7 + \text{H}_1^1 \rightarrow 2\text{He}_2^4 + Q$.

Масса ядра $\text{Li}_3^7 = 7,01818$ атомных единиц

Масса ядра $\text{H}_1^1 = 1,00813$ " "

Масса ядра $\text{He}_2^4 = 4,00389$ " "

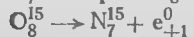
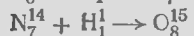
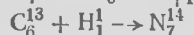
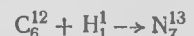
Дефект массы составляет:

$$7,01818 + 1,00813 - (2 \times 4,00389) = 0,01853 \text{ единиц атомного веса.}$$

Выделившаяся энергия Q равна, примерно, 400 000 000 б. кал на моль.

Солнечная энергия.

В настоящее время считают, что энергия излучения солнца в основном вызывается циклом ядерных реакций, конечным результатом которого является синтез ядра гелия из четырёх ядер водорода с испусканием двух позитронов (e_{+1}^0):



При этом выделяется энергия 600 000 000 б. кал. на моль.

Энергия, выделяющаяся при сгорании угля, равна 7000 б. кал/кг. Таким образом, при превращении в гелий 1 г водорода выделяется столько же энергии, сколько при сгорании 43 т угля.

В 1939 г. немецкими учёными Ганом и Штрассманом было открыто, что ядро урана U_{92}^{235} обладает способностью делиться под действием нейтронов на две примерно равные части (рис. 49). Французскими (Жолио и др.) и американскими учёными вскоре было установлено, что вызванное нейтроном расщепление ядра урана сопровождается вылетом из него 2—3 новых нейтронов. Именно

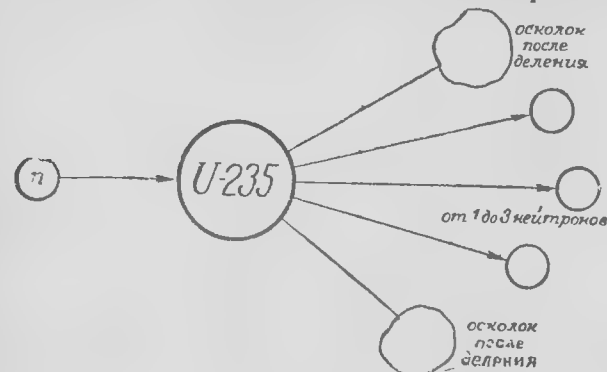


Рис. 49. Распад урана-235

это явление открыло возможность осуществить саморазвивающуюся «цепную» (см. ниже) реакцию с выделением громадного количества внутриатомной энергии.

В 1940 г. ленинградские физики Флёрв и Самопроизвольный Петржак обнаружили, что ядра урана обладают способностью самопроизвольно делиться на несколько ядер меньшего атомного веса с выделением нейтронов. Это явление отлично от радиоактивного распада. Перфильев, исследуя продукты такого распада урана, нашёл, что уран в этом случае распадается таким же образом, как и под действием нейтронов. В этом случае период полураспада равен $1,3 \cdot 10^{16}$ лет, тогда как период полураспада урана при радиоактивном распаде равен $4,4 \cdot 10^9$ лет.

Проблема освобождения внутриатомной энергии

До недавнего времени ядерные реакции удавалось осуществлять только путём бомбардировки ядер заряженными частицами, используя для этого радиоактивные вещества или особые сложные устройства (циклотроны и др.). Но удачные попадания частиц, вызывающие превращения отдельных ядер, очень редки, и затрата энергии на опыт значительно больше выделившейся при таких отдельных актах энергии. Укажем, что из $\sim 10^{10}$ столкновений α -частиц с ядрами азота лишь одно ведёт к ядерной реакции.

Нейтроны, как указывалось выше, обладают большим преимуществом перед заряженными частицами — они легче проникают в пределы ядер, вызывая их расщепление. Но получение нейтронов возможно только в результате ядерных реакций. Часто используют реакцию



бомбардируя лёд из «тяжёлой воды» быстрыми D_1^2 , полученными в циклотроне. При этом на 1 млн. дейтронов образуется примерно один нейтрон.

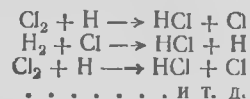
Понятно, что полученные таким образом нейтроны слишком «дороги» для осуществления экономически выгодной ядерной реакции.

Для практического разрешения проблемы использования внутриядерной энергии нужно было найти такие условия, при которых ядерная реакция, раз начавшись, пойдёт далее сама собой, подобно тому, как зажённое горючее вещество сгорает до конца, не требуя беспрепятственного поджигания его спичкой.

Такая возможность наметилась только после открытия в 1939 г. (см. выше) реакции деления урана под действием нейтронов с освобождением новых нейтронов.

Цепные реакции. Если химический процесс протекает так, что каждое отдельное взаимодействие атомов или молекул вызывает дальнейшее превращение новых порций вещества, то получается как бы цепочка из отдельных, связанных между собой реакций. Каждое из последовательных «звеньев» этой цепи возникает только под действием продуктов предыдущей реакции. Такие процессы в химии называются *цепными реакциями*.

Например, можно указать реакцию между водородом и хлором с образованием HCl:



Для начала реакции необходимо наличие некоторого количества атомов H или Cl. Дальше процесс идёт сам собой. К цепным реакциям относятся также процессы горения и взрыва газов, реакции полимеризации (синтетический каучук и т. п.) и многие другие.

Цепная реакция прерывается, если продукты реакции («переносчики цепи») вступают в побочные реакции с примесями без продолжения цепи («обрыв цепи»). В других случаях продукты одной, отдельной реакции могут вызвать не одну последующую реакцию, а больше. В таком случае цепь «разветвляется», и реакция приобретает большую скорость (взрыв). Обычно наряду с процессами развития цепи всегда имеют место процессы, приводящие к обрыву цепей, и, в зависимости от того, какое влияние преобладает, химический процесс развивается или затухает.

Цепная реакция деления урана. При делении урана под действием нейтронов в результате ядерной реакции опять выделяются нейтроны. Эти «вторичные» нейтроны могут попасть в ядра урана и вызвать деление их с образованием новых нейтронов и т. д.

Ядерная реакция, вызванная нейтронами извне, раз начавшись, может продолжаться сама собой, т. е. имеет место цепная, саморазвивающаяся реакция.

Побочные процессы.

При проведении цепной ядерной реакции распада урана возможны процессы, которые не дадут этой реакции развиваться: «вторичные» нейтроны могут столкнуться с атомами примесей, имеющихся в уране, и поглотиться ими; кроме того, они могут вообще вылететь из куска урана, не столкнувшись ни с одним атомом его. И, наконец, возможно столкновение нейтрона с ядром урана, при котором не произойдёт деления.

Если вероятность реакции, идущей с делением ядра, больше или равна вероятности всех побочных процессов, вместе взятых, то цепная реакция возможна.

Природный уран состоит в основном из двух изотопов, U^{235} и U^{238} . Наиболее выгодными свойствами для протекания цепной реакции обладает U^{235} — изотоп, содержание которого в природном уране равно 0,7%.

Деление U^{235} может быть вызвано как медленными (тепловыми¹), так и быстрыми нейтронами, но вероятность деления под действием тепловых нейтронов больше, чем под действием быстрых нейтронов.

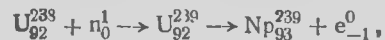
Для осуществления цепной ядерной реакции, сопровождающейся взрывом, необходимо выделить изотоп U^{235} .

Разделение изотопов урана — очень сложный, медленный и кропотливый процесс, так как их атомные веса различаются лишь на ~1,5%. Эта проблема усложняется вследствие очень малого содержания U^{235} в природном уране.

Другой изотоп урана U^{238} также может подвергаться распаду, но для этого необходимы нейтроны с очень большими скоростями. Медленные нейтроны захватываются U^{238} в значительно меньших количествах, чем быстрые.

Кроме того, под действием нейтронов с определёнными скоростями может произойти ядерная реакция, сопровождающаяся образованием U^{239} . Замечательна дальнейшая судьба этого изотопа: испуская β -частицу, он с очень небольшим периодом полураспада превращается в новый заурановый элемент — нептуний (Np^{239}).

Последний, в результате β -распада, довольно быстро образует элемент с атомным номером 94 — плутоний Pu^{239} .



Плутоний так же, как и U^{235} , можно использовать для цепной ядерной реакции. Он является радиоактивным элементом, превращающимся очень медленно, с испусканием α -частицы, в U^{235} . Плутоний можно выделить из массы урана, так как он обладает иными химическими свойствами².

Схема цепного процесса.

Схему протекания цепной реакции в массе урана U^{235} можно представить следующим образом (рис. 50).

¹ Скорости их сравнимы со скоростями газовых молекул при тепловом движении.

² Нептуний искусственно получен ещё два заурановых элемента — америций, с порядковым номером 95 Am_{95} , и кюрий — с порядковым номером 96 Cm_{96} .

Как указывалось, нейтроны, образующиеся при делении урана, могут вылететь из массы его, не испытав столкновения с ядрами. Огромное количество таких вылетающих нейтронов уменьшается с увеличением размеров куска урана. Существуют минимальные размеры системы, содержащей уран, при которых количество освобождаемых при делении нейтронов в точности равно их потере вследствие вылета и других побочных процессов. Это так называемые «критические» размеры. Ясно, что в системе размерами меньше критических цепная реакция не может развиваться.

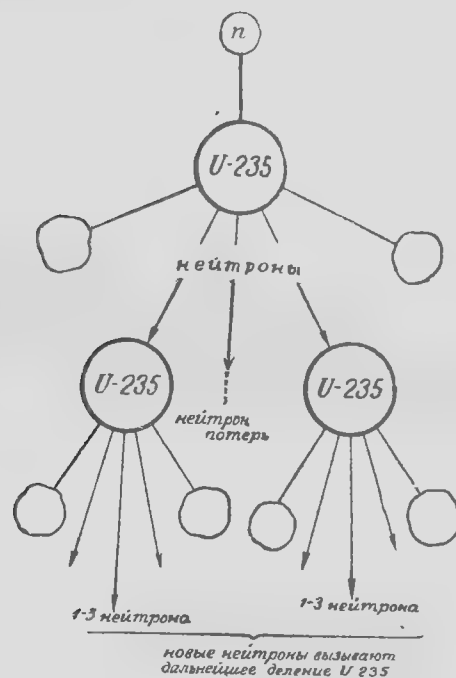


Рис. 50. Цепная реакция распада урана-235

Два пути использования атомной энергии.

До настоящего времени описаны два пути использования внутриатомной энергии.

I. Взрывная реакция — практически мгновенное разложение чистого U^{235} или Pu^{239} — атомная бомба.

II. Медленная, поддающаяся регулировке реакция, так называемая управляемая цепная реакция, при которой U^{235} превращается в плутоний Pu^{239} — урановый котёл с неразделённым на изотопы ураном.

Урановые «котлы», работавшие в США в годы второй мировой войны, имели главной целью производство плутония из неразделённого урана для использования плутония в атомных бомбах.

Атомная бомба. Мгновенное выделение больших количеств ядерной энергии, сопровождающееся взрывом, возможно в системе (бомбе), состоящей из чистого U^{235} или плутония, так как в этом случае влияние побочных процессов сведено до минимума. Критическая величина такой системы будет порядка нескольких килограммов.

Для уменьшения критических размеров пользуются оболочкой из какого-либо вещества, обладающего способностью отражать нейтроны (например, графита).

Начало реакции в такой системе может произойти в любой момент, так как всегда найдутся «блуждающие» нейтроны (от самопроизвольного деления урана, из космических лучей), которые вызовут деление ядра U^{235} , и произойдёт преждевременный взрыв. Поэтому урановый заряд делится на части, причём каждая из частей должна иметь размеры меньше критических и храниться отдельно от другой. Для того чтобы вызвать начало реакции в нужное время, необходимо очень быстро сблизить части бомбы: выстрелить одной половиной в другую.

Начавшаяся реакция будет сопровождаться освобождением громадного количества энергии, которая может разорвать бомбу на части до того, как прореагирует основная масса урана. В самом лучшем случае может прореагировать лишь несколько процентов U^{235} или Pu^{239} .

Урановый «котёл».

Одновременно с работами по разделению изотопов урана в Америке велись работы по осуществлению управляемой цепной реакции в неразделённом уране. Как указывалось, медленные («тепловые») нейтроны более легко вызывают деление U^{235} . Говоря другими словами, вероятность деления U^{235} под действием тепловых нейтронов больше вероятности деления под действием быстрых нейтронов. Но при делении U^{235} образуются, в основном, быстрые нейтроны, и их надо замедлить, чтобы они могли продолжать реакцию дальше.

В атомной бомбе, описанной выше, выгодно вести процесс на быстрых нейтронах, так как необходимо, чтобы реакция проходила с большой скоростью. Однако возможно замедлить нейтроны, освобождающиеся при делении U^{235} . Для этого необходимо разместить небольшие куски (блоки) урана в массе графита или какого-либо другого вещества, сталкиваясь с атомами которого нейтроны снижали бы свою скорость до «тепловой».

В качестве замедлителя можно применять также бериллий, дейтерий (в виде тяжёлой воды) и др.

Схема процесса в таком устройстве, называемом урановым «котлом», будет иметь вид, показанный на рисунке 51.

При попадании нейтронов в ядра U^{235} может произойти реакция, приводящая к образованию U^{239} , который в дальнейшем превращается в плутоний. Таким образом, при работе уранового «котла» происходит постепенное накопление Pu^{239} , который далее можно выделить из основной массы урана химическим путём.

Для отвода выделяющейся энергии в «котле» должна иметься мощная охлаждающая система. Процесс в «котле», идущий на тепловых нейтронах, развивается сравнительно медленно, и им можно управлять с помощью выдвижных пластин из вещества, сильно поглощающего нейтроны (например, кадмия).

Критическая масса уранового «котла» велика — она достигает нескольких тонн, в зависимости от природы замедлителя.

Проведение управляемой цепной реакции распада ядер в урановом «котле» могло бы явиться первым шагом на пути мирного использо-

вания атомной энергии. Но в настоящее время урановые «котлы» в зарубежных странах используются только в военных целях.

Методы наблюдения микрочастиц

Помимо непосредственного фотографирования, основанного на воздействии частиц на эмульсию фотографической пластинки, разработан ряд других методов наблюдения заряженных микрочастиц.

Все эти методы основаны на способности заряженных частиц ионизировать воздух, превращая его в проводник электричества (заряженная частица «вышибает» на своём пути электроны из атомов газа, превращая их в ионы).

1. Электроскоп (рис. 52).

Электроскопом пользуются главным образом для измерения интенсивности радиоактив-

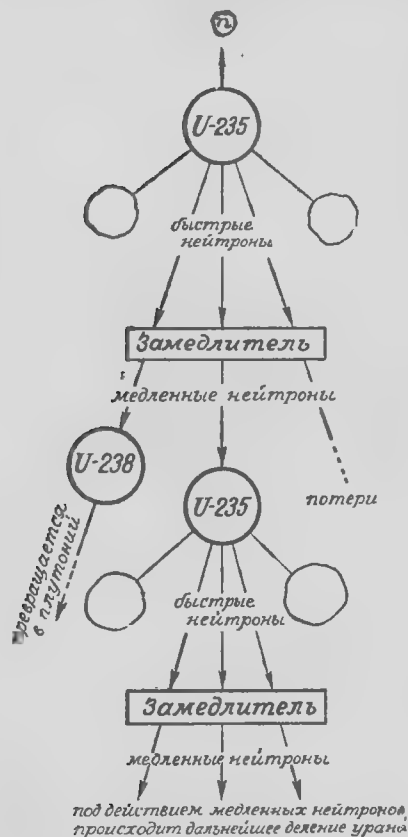


Рис. 51. Цепная реакция распада урана

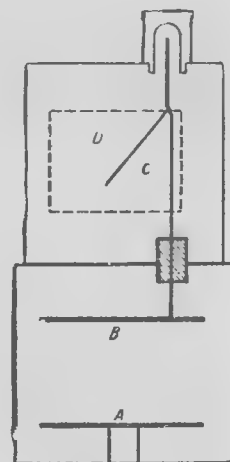


Рис. 52. Схема электроскопа

соединены с землёй. При радиоактивном излучении воздух в электроскопе ионизируется, и электроскоп медленно разряжается. Спадание листочка наблюдается через окно D в микроскоп, и по скорости спадания определяют интенсивность излучения.

2. Камера Вильсона (рис. 53).

На рисунке показана камера, в которой находится тщательно очищенный от пыли и насыщенный водяными парами воздух. Если резко сдвинуть поршень вниз, то воздух расширится, охладится и в результате охлаждения станет пересыщенным водяными парами.

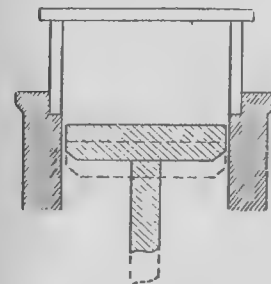


Рис. 53. Схема камеры Вильсона

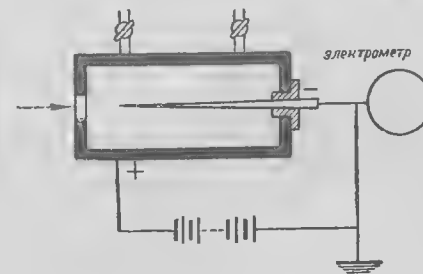


Рис. 54. Схема счётчика Гейгера

В отсутствие ионов влага не выделяется в виде тумана. Если же в камере пролетает заряженная частица, ионизирующая воздух, то на пути её полёта происходит конденсация паров воды, и образуется след в виде тумана, который можно сфотографировать.

3. Счётчик Гейгера (рис. 54).

Счётчик состоит из металлического цилиндра с отверстием и металлической иглой. Игла соединена с электрометром. Внешняя стенка цилиндра заряжается положительно до 1000 V. Таким образом, между остриём иглы и стенками создаётся разность потенциалов. Всякая частица, попадающая в цилиндр через отверстие, создаёт положительные ионы, которые направляются к острию (они отталкиваются стенками), и электрометр получает толчок, который регистрируется.

Чувствительность прибора так высока, что он регистрирует попадание отдельного электрона.

Об атомных бомбах

Первое испытание атомной бомбы было произведено 16 июля 1945 г. в 5 ч. 30 м. утра в пустынной местности штата Нью-Мексико.

«В назначенный момент ослепительная вспышка осветила всё пространство ярче, чем самый яркий дневной свет. Отчётливым рельефом выделился горный хребет, находившийся в трёх милях от места наблюдения. Затем раздался страшный раскатистый грохот, и прошла мощная воздушная волна, свалившая с ног двух человек, находившихся около контрольного помещения¹. Непосредственно после этого огром-

¹ В 9 км от места взрыва.

ности. На рисунке дана схема электроскопа Резерфорда для измерения α -излучения. Активное вещество распределяется на пластинке A . Пластинка B находится на расстоянии 4 см от A и соединена со стержнем, к которому прикреплен золотой листок C . Электроскоп заряжают, сняв крышечку, до 300—400 V. При этом золотой листочек отклоняется от стержня градусов на 40. Пластинка A и весь корпус электроскопа

нов многоцветное клубящееся облако взлетело на высоту более 40 тыс. футов. Облачность на его пути исчезла. Вскоре субстратосферные ветры рассеяли ставшую теперь серой массу.

Стальная башня² полностью испарилась. Там, где стояла башня, был огромный кратер с пологими краями³.

Первое военное применение атомных бомб. Первая бомба сброшена американцами 6 августа 1945 г. на японский портовый город Хиросима. Взрыв вызвал большие разрушения и пожары в радиусе 2,5—3 км, повлекшие за собой гибель многих мирных жителей.

Большая часть людей стала жертвой пламени, охватившего легко воспламеняющиеся японские постройки, заполнявшие значительную часть города.

Вторая бомба сброшена 8 августа 1945 г. над крупным промышленным центром Японии г. Нагасаки. На месте падения бомбы впоследствии врыт столб, изображающий хвостовое оперение бомбы, с надписью: «Нагасаки. Это — точка, где упала на Японию вторая американская атомная бомба. Взрыв произошёл на высоте 1500 футов⁴ 8 августа 1945 г. Сразу же было убито 22 тысячи человек»⁵.

В иностранной печати опубликовано много сенсационного, но не вполне объективного материала по этому вопросу. В советском журнале «Новое время» (№ 3, 1947 г.) опубликована интересная статья Л. Высокоостровского «В Хиросима и Нагасаки», посетившего эти города в 1946 г. и дающего правдивую информацию о видеинном.

Послевоенные испытания атомной бомбы

(«Правда» 3 июля 1946 г.)

«Испытания атомной бомбы в районе атолла Бикини», Нью-Йорк, 1 июля (ТАСС). Вчера американские власти в присутствии иностранных наблюдателей провели в районе атолла Бикини (Маршалские острова) испытания действия атомной бомбы. Бомба была сброшена в районе атолла, где было сосредоточено несколько десятков кораблей различных классов, использованных в качестве мишеней.

...командующий специальным отрядом, проводившим испытания атомной бомбы, вице-адмирал Бленди объявил, что в результате взрыва атомной бомбы пять из 73 кораблей-мишеней были подожжены... Бленди заявил: «Не было отмечено никаких приливных волн или каких-либо других аномальных явлений». Он сообщил, что самолёты типа «летающая крепость», управляемые по радио, пролетели через атомное облако и благополучно вернулись.

Из статьи Б. Изакова «Бикини».

«Атолл — это особый вид кораллового острова, представляющий собой кольцеобразную полосу суши, окружающую внутренний залив-лагу. Корабли мишени были размещены в лагуне атолла Бикини, где они стояли как в гавани; они были начинены боеприпасами, военными материалами, горючим. Помимо кораблей, в жертву атомному духу были принесены четыре тысячи крыс, двести свиней, двести коз, не считая морских свинок и мышей.

И вот испытания состоялись. Как и можно было ожидать, они подтвердили, что атомное оружие обладает огромной разрушительной си-

² На которой была установлена бомба.

³ Г. Д. Смит, Атомная энергия для военных целей, 1946, стр. 262.

⁴ Около 500 м. На такой же высоте взорвалась бомба и в Хиросиме.

⁵ Главным образом погибшие в огне. (Л. Высокоостровский, «Новое время», 1947 № 3, стр. 25.)

лой. Все же результаты испытаний оказались более скромными, чем предсказывала американская печать.

По предварительным сведениям, взрыв атомной бомбы вызвал пожары на пяти кораблях-мишенях. Потоплены два транспортных судна и эсминец. Другие корабли потерпели различные повреждения. Бленди не упомянул об ущербе, причинённом главной мишени — линкору «Негада»; большинство наблюдателей сходятся на том, что линкор почти не пострадал. Атолл Бикини уцелел. Пристань на острове не разрушена. Даже пальмовые деревья не тронуты взрывом... Как сообщает агентство Рейтер, на линкоре «Пенсильвания» козы остались живы и превосходно себя чувствуют.

Однако при оценке результатов испытаний нельзя сбросить со счётов окружающую их секретность.

Вообще к информации, исходящей из иностранных источников, следует относиться весьма критически, так как она не является вполне объективной и в значительной степени подчинена военно-политическим соображениям.

Учёные о вреде и пользе новых открытий

П. Кюри:

(из речи при получении им Нобелевской премии за работы по радиоактивности 6 июня 1935 г.)

«Нетрудно предвидеть, что в преступных руках радий может сделаться крайне опасным, и вот возникает вопрос, действительно ли оно полезно для человечества знать секреты природы, действительно ли оно достаточно зрело для того, чтобы их правильно использовать, или это знание принесёт ему только вред. Пример сделанного Нобелем открытия является в этом отношении характерным. Мощные взрывчатые вещества помогли людям совершить замечательные деяния, и они же явились страшным средством разрушения в руках великих преступников, толкавших народы на путь войны. Я принадлежу к числу тех, которые... считают, что всё же новые открытия, в конечном счёте, приносят человечеству больше пользы, чем вреда»¹.

Ф. Содди:

«Вполне вероятно, что наступит день, когда мы увидим задачу осуществлённой...»

Будем надеяться, что такое достижение в области источников физических сил, подвластных человечеству, не разделит судьбу тех, которые в прошлом превращали заслуженное наукой благословение в проклятие»².

Известный советский учёный-физик И. Е. Тамм пишет: «Вряд ли можно сомневаться в том, что в не очень отдалённом будущем использование атомной энергии преобразует экономическую и техническую основу человеческого существования»³.

¹ Е. Кюри, Жизнь Мари Кюри, 1944, стр. 73.

² Основы деления атомной энергии.

³ Ф. Содди, Радий и строение атома, 1924, стр. 249.

⁴ И. Е. Тамм, Внутриатомная энергия, 1946.

VI. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ И МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ХИМИИ

(для внеклассного чтения учащихся)

(В список включены также основные статьи по химии, помещённые в журналах «Техника — молодёжи», «Химия в школе», «Наука и жизнь», «Природа» и «Успехи химии» за период 1937—1946 гг. Сокращённое обозначение журналов, соответственно: «ТМ», «Х в Ш», «Н и Ж», «Пр» и «Усп. Х». Рекомендуется использовать также и другие журналы — «Знание — сила», «Физика в школе».)

ВОДА

Малахов В., Вода, её исследование и очистка. Гиз, 1928.
Ловягин Ю., Вода в природе и в технике. (Из «Хим. хрестоматии», под редакцией В. Н. Верховского, вып. I, 1930.)

Журнальные статьи:

Фейгин Е., Обыкновенная вода. «Н и Ж», 1942, № 7—8.
Флёров Н., Вода как объект изучения. «Х в Ш», 1941, № 3.
Черномордик Б., О природе воды. «ТМ», 1938, № 11.

КИСЛОРОД. ВОДОРОД

Ходаков Ю., Водород. ОНТИ, 1937.
Лейбсон Л., Разгаданный воздух. Детгиз, 1945.
Верховский В., Добывание огня. (Из «Хим. хрестоматии», под редакцией В. Н. Верховского, вып. I, 1930.)
Кок П., История теории горения. (Из той же хрестоматии вып. I.)
Семёнов Н., акад., Горение и взрыв. Детгиз, 1945.

Журнальные статьи:

Петровский Ю., Гибель гиганта (дирижабля «Гинденбург»). «ТМ», 1937, № 7—8.
Смирнягин В., По ступеням веков (история развития учения о горении). «ТМ», 1939, № 1.
Гамбург Д., 1944° (о жидком кислороде). «ТМ», 1937, № 3.
Лавуазье А., О горении вообще (выдержка из работы). «Усп. Х» 1943, № 5.
Фёдоров А., Окислители. «ТМ», 1947, № 9.
Хргиан А., Озон в атмосфере земли. «Н и Ж», 1947, № 6.

ЭЛЕМЕНТЫ

Нечаев И., Рассказы об элементах. Детгиз, 1944.
Самойло М., Химическая жизнь земной коры. Госхимтехиздат, 1934.

Журнальные статьи:

Глебович Т., Распределение химических элементов в земной коре. «Х в Ш», 1939, № 1.
Сауков А., Распространение химических элементов в земной коре. «Х в Ш», 1939, № 1.
Вайнштейн Э., В поисках новых химических элементов. «Пр», 1946, № 6.
— Новые химические элементы. «Пр», 1947, № 11.

ВОЗДУХ

Лейбсон Л., Разгаданный воздух. Детгиз, 1945.
Зискинд Б., Редкие газы и их техническое применение. Гиз, 1932.
Луганский А., Солнечный газ. ОНТИ, 1935.
Бронштейн М., Солнечное вещество. Детгиз, 1936.
Ватолин Н., Пыль, ОНТИ, 1935.

Журнальные статьи:

«Применение гелия в медицине». «Н и Ж», 1940, № 3.
«Гелий из воздуха». «Н и Ж», 1940, № 10.
Андреев Б., Инертные газы. «Н и Ж», 1941, № 1.
Сморodinский Я., Гелий. «Н и Ж», 1942, № 6.
Смирнягин В. и Цитович Е., По ступеням веков. «ТМ», 1939, № 3.
Гамбург Д. и Циклис Д., Производственное использование воздуха. «Н и Ж», 1945, № 10.
Гамбург Д., Редкие газы. «ТМ», 1939, № 4.
Фастовский В., Инертные газы в технике. «Пр», 1937, № 3, и 1939, № 3.
Волькенгау П., Гелий. «ТМ», 1937, № 5.
Николаев Л., Неон и аргон. «ТМ», 1937, № 4.

АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОЕ УЧЕНИЕ

Меншуткин Б., Химия и пути её развития. Изд. Академии наук СССР, 1937.
Андреев Б., Вещество, его превращения и строение. Гос. антирел. изд-во, 1937.
Авниашвили Э., Строение вещества. «Молодая гвардия», 1946.
Петрянов И., Как измерили атом? ОНТИ, 1935.

Журнальные статьи:

Луизов А., Лукреций Кар. О природе вещей. «ТМ», 1937, № 9.

ГАЛОГЕНЫ

Кучеров М., Поваренная соль и её техническое использование. Госхимтехиздат, 1933.
Енько Б., Поваренная соль. Госхимтехиздат, 1933.
Сиротин А., Иод и его добыча. ОНТИ, 1931.
Денисович Б., Иод и его производство. ОНТИ, 1938.

Андреев Б., Химия на войне. 3-е изд., ГОНТИ, 1938.
Нечаев И., Химическое оружие. Детгиз, 1942.
Гостев М., Химический завод на столе. Из серии «Юный конструктор». ОНТИ, 1936.

Журнальные статьи:

Горшешников В., «Соляной спирт» и «оксимуревая кислота». «Х в Ш», 1938, № 2.
— А. Бальяр и открытие им брома. «Х в Ш», 1938 г., № 2.
Файльбрек Ф., Бром из морской воды. «Х в Ш», 1937, № 2.
Ферсман А., Вездесущий иод. «Огонёк», 1946, № 31.
См. также раздел «Металлы». (О соединениях калия и натрия), стр. 327.

СЕРА

Разумов М., Сера и её соединения. Госхимиздат, 1933.
Зуев-Ордынец М., Клад чёрной пустыни. Повесть о каракумской сере. ОНТИ, 1935.
Лоскутов М., Тринадцатый караван. (О Каракумском серном заводе.) Детгиз, 1935.
Паустовский К., Кара-Бугаз. «Молодая гвардия», 1938.

Журнальные статьи:

Степанов М. и Бренер М., Сера и производство её. «Х в Ш» 1939, № 3.
Ермаков Н., Сокровище чёрных песков. «ТМ», 1940, № 10.

АЗОТ

Дементьев Н., Рассказы атома азота. Госхимтехиздат, 1938.

Журнальные статьи:

Гольдфлям М., Очерк развития синтеза аммиака. «Х в Ш», 1938, № 4.
Гамбург Д., Страницы из истории синтеза аммиака. «Усп. Х», 1946, № 6.
Дзепс-Литовский И., Природная селитра в СССР и пути её развития. «Н и Ж», 1943, № 9—10.
Прянишников Д., Представления о круговороте азота до Лавуазье и после него. «Пр», 1940, № 2; «Усп. Х», 1944, № 2.

ФОСФОР

Штатенштейн А., Фосфор. Госхимтехиздат, 1934.
Андреев Б., Спичке сто лет. ОНТИ, 1934.
Кочетков В., Популярная агрохимия. Сельхозгиз, 1940.
Вайнмен Н. и Ларионова А., Суперфосфат и его производство. Госхимиздат, 1932.
Гиммельфарб В., Агрономические руды. Изд. Академии наук СССР, 1938.
Титов А., Минеральные вещества как удобрения. Сельхозгиз, 1940.
Павлов Б., Производство минеральных удобрений. Учпедгиз, 1931.

Журнальные статьи:

Парменов К., История открытия фосфора. «Х в Ш», 1940, № 3.
Владимиров Л., Сырьё и производство фосфорных удобрений в СССР. «Х в Ш», 1938, № 5.

КРЕМНИЙ

Свешников М., Тайны стекла. Детгиз, 1940.
Кок П., Стекло. (Из «Хим. хрестоматии», под редакцией В. Н. Верховского, вып. II—III, 1930.)
Верховский В., Фаворская Т., Глина и изделия из глины. (Из той же хрестоматии, вып. II—III.)
Кучеров М., Известь, цемент и другие вяжущие вещества. (Из той же хрестоматии, вып. II—III.)
Данько Е., Китайский секрет (о фарфоре). Детгиз, 1946.

Журнальные статьи:

Рихтер Л., Советский фарфор. «ТМ», 1939, № 1.
Буянов А., Ткани из стекла. «ТМ», 1940, № 5.
Черняк М., Шёлк и ткань из стекла. «Огонёк», 1946, № 40.
— Стекланная вата. «Н и Ж», 1940, № 3.
Смирнягин А., Ткани из стекла. «ТМ», 1945, № 1—2.
Ермаков Н., Каменная одежда метро. «ТМ», 1940, № 6.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ

Кузнецова С. и Ходаков Ю., Менделеев и периодический закон. М., Учпедгиз 1936.
Первухин М., К 75-летию периодического закона Д. И. Менделеева. Госхимиздат, 1944.
Ферсман А., Роль периодического закона Менделеева в современной науке. Госхимиздат, 1946.

Журнальные статьи:

Балезин С., Периодический закон Д. И. Менделеева. «Х в Ш», 1938, № 6.
Гамбург Д., Посмотрите на таблицу Менделеева. «ТМ», 1937, № 10.
Автократов Н., Периодическая система элементов в свете их промышленного применения. «Х в Ш», 1938, № 2 и 3.
Русецкий, Посмотрите на таблицу Менделеева. «ТМ», 1944, № 2—3.
Владимиров С., Научный подвиг русского учёного. «ТМ», 1946, № 1.
Звягинцев О., О периодическом законе Менделеева. «Н и Ж», 1944, № 3.
Ферсман А. акад., Периодический закон Менделеева в свете современной науки. «Под знаменем марксизма», 1941, № 1.
Этерман А., Таблица Менделеева. «ТМ», 1939, № 3.
Меншуткин Б., Главные моменты в развитии периодической системы. «Пр», 1937, № 3.
Семенченко В. и Коробов В., Современное состояние периодического закона и новые элементы. «Усп. Х», 1946, № 6.
Писаржевский О., Победа Менделеева. «ТМ», 1947, № 7.

РАСТВОРЫ. ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ

Ходаков Ю. Основы электрохимии. ОНТИ, 1938.
Ходаков Ю. Коллоиды в природе и в технике. Изд. Академии наук СССР, 1943.

Байбаев А., О коллоидах. Госхимтехиздат, 1934.
Бэм Г., Что такое коллоиды. Гиз.
Ходаков Ю., Архитектура кристаллов. 1927.
Шаскольская М., Кристаллы. Детгиз, 1944.

Журнальные статьи:

Нат Г., Колонии молекул. «ТМ», 1938, № 7.
Семенов А., Теория электролитической диссоциации в курсе средней школы. «Х в Ш», 1938, № 3.
Штейнберг, Почему ржавеют металлы? «ТМ», 1938, № 11.
Морган Д. и Бэрстолл Ф., Коррозия металлов. «Х в Ш», 1938, № 2.

МЕТАЛЛЫ

Луизов А., Железо. Учпедгиз, 1932.
Ходаков Ю., Коррозия и нержавеющая сталь, 1933.
Рожицына М., Рождение стали. Детгиз ЦК ВЛКСМ, 1941.
Ромм С., Алюминий. Лен. обл. изд-во, 1932.
Голубов С. и Могилевский Б., Голубой металл. «Молодая гвардия», 1935.
Могилевский Б., Серебро из глины. Очерки по истории алюминия. Детгиз, 1939.
Паустовский К., Великан на Каме. (Строительство Березниковского химического комбината). Госхимтехиздат, 1933.
Зверев С., Удивительные превращения (глава III. Скованный мир). «Молодая гвардия», 1944.
Григорьев Г. и Поповский Г., Рассказы о редких металлах. ГОНТИ, 1936.
Фролов В. и Юдкевич Р., Металлы будущего. «Молодая гвардия», 1944.

Журнальные статьи:

Парменов К., История открытия К и Na. «Х в Ш», 1940, № 5.
Берлинраут Л., Советский калий. «Х в Ш», 1937, № 6.
Кознов А., Соликамск — центр калийных удобрений. «Н и Ж», 1947, № 8.
Дзенс-Литовский И., Месторождения соли в СССР. «Н и Ж», 1944, № 1—2.
Дзенс-Литовский И., Сульфатные озёра. «Н и Ж», 1944, № 6.
Андреева З., Кара-Богаз-Гол. «Х в Ш», 1938, № 3.
Лепешков И., Соляные озёра СССР. «Н и Ж», 1945, № 8—9.
— «Взрыв на озере Линор» (уничтожение 9 т натрия). «ТМ», 1947, № 10.
Готман Я., Медный гигант. «ТМ», 1937, № 2.
Гульдин И., Металлургия меди. «Х в Ш», 1940, № 1.
Кудреватов А., Советский алюминий. «Х в Ш», 1940, № 2.
Могилевский Б., Алюминий. «ТМ», 1939, № 1.
Егоров В., Искусственные рубины. «ТМ», 1940, № 11.
Тимашев А., Лёгкие металлы и война. «Н и Ж», 1941, № 11—12.
Лазарев П., Курская магнитная аномалия. «ТМ», 1938, № 1.
Фрейнберг И., Желто — чугун. «ТМ», 1938, № 6.
— Металл-эталон. «Н и Ж», 1940, № 3. (О чистом железе.)
Фёдоров Н., Скульптура из нержавеющей стали. «ТМ», 1937, № 5.

Теребенко Б., Статуя-гигант. «ТМ», 1939, № 7—8.
Штейнберг, Почему ржавеют металлы? «ТМ», 1938, № 11.
Ферсман А., Стронций — металл красных огней. «Н и Ж», 1945, № 10.
Лучинский, 150 лет со времён открытия Ti и Zr. «Усп. Х», 1939, № 9.
Петрович Э., Цирконий. «Н и Ж», 1940, № 11—12.

РАДИОАКТИВНОСТЬ

Содди Ф., Радий и строение атома. Гиз.
Бродский А., Метод меченных атомов в химии. Издательство «Правда», 1948 г.
Кюри М., Радиоактивность. «Земля и фабрика», 1925.

Журнальные статьи:

Ган Отто, Искусственные радиоэлементы, получаемые путём облучения нейтронами. «Х в Ш», 1937, № 3.
Файнбом И., Искусственная радиоактивность. «ТМ», 1937, № 2.
Липкес Я. и Будниченко А., Радий и его применение. «Х в Ш», 1938, № 5.

ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Гамбург Д., Превращения вещества. Детгиз, 1941.
Ходаков Ю., Лаборатория соревнуется с природой. Госхимтехиздат, 1933.
Челнищев В., Соревнование лаборатории с природой. Учпедгиз, 1930.
Фарадей М., История свечи. Детгиз, 1946 (ОНТИ, 1938).
Слоссон Г., Созидаящая химия. (Серия книжек.) Научно-техническое издательство, 1925—1928.
Нечаев И., Химическое оружие. Детгиз, 1942.
Шилов П., Природа и работа взрывчатых веществ. Гиз, 1935.
Бондаревский Б., Нефть и какие продукты из неё получают. Горно-геолог. нефт. изд-во, 1934.
Гуревич Я., Нефть и её продукты. Закннига, 1936.
Тихонравов Н., Нефть. Госоптехиздат, 1947.
Пачкин В. А., Саратовский газ Москве. Изд. «Московский большевик», 1945.
Яковлев А., Тайна саратовской земли (о саратовском газе). Детгиз, 1946.
Вольпе Г., Газ из сланца. Лениздат, 1945.
Сергиенко С., Синтетический каучук. (Исторический очерк.) Госхимиздат, 1940.
Яшунская Ф., Повесть о каучуке. «Молодая гвардия», 1944.

Журнальные статьи:

Иоффе И., Очерк развития химии органических веществ. «Усп. Х», 1940, № 7.
— Классические синтезы Бертелло. «Усп. Х», 1939, № 5.
Андреев Б., Химия на войне. «Х в Ш», 1939, № 6.
Яковлев А., Наша топливная база. «Н и Ж», 1941, № 1.
Бабиченко Д., Путешествие уносов (о процессе в газогенераторах). «ТМ», 1943, № 6.

- Нусинов Г., Газификация угля в недрах земли. «Х в Ш 1937, № 6.
- Бениамидов М., Великая победа техники (о подземной газификации угля). «ТМ», 1938, № 7.
- Яхонтов А., Второе Баку — база химической промышленности. «Х в Ш», 1940, № 3.
- Сударев А., Нефть и природные газы. «Х в Ш», 1940, № 2.
- Гамбург Д., Бензин из угля. «ТМ», 1937, № 4.
- Эйдус Я. и Плате А., Синтетическое жидкое топливо. «Н и Ж», 1912, № 10.
- Пиклис Д., Бензин из угля. «ТМ», 1913, № 2—3.
- Плате А., Синтез моторного топлива. «Х в Ш», 1939, № 1.
- Зыков Д., Жидкое топливо из угля. «Н и Ж», 1940, № 1.
- Ангарский А., Борьба за бензин (о крекинге). «ТМ», 1938, № 6.
- Гуревич М., Природные газы. «ТМ», 1910, № 6.
- Фастовский В., Метан. «Пр», 1916, № 10.
- Катреико Д., Газопровод Саратов — Москва. «ТМ», 1945, № 1—2.
- Абрамов И., Газопровод Саратов — Москва. «Н и Ж», 1945, № 1.
- Гамбург Д., Энергохимия. «Н и Ж», 1945, № 11—12.
- Буянов А., Шерсть из молока. «ТМ», 1940, № 2—3.
- Буянов А., Шёлк из древесины. «ТМ», 1937, № 7.
- Фридман И., Целлофан. «ТМ», 1938, № 8—9.
- Фаворский А. и Шостаковский М., Виниловые эфиры. «ТМ», 1910, № 9.
- Буянов А., Искусственное волокно. «Н и Ж», 1917, № 7.
- Буянов А., Волокно будущего. «ТМ», 1913, № 3.
- Буянов А., Новые материалы (о пластмассах). «Н и Ж», 1917, № 12.
- Шумаев С., Сахар из дерева. «ТМ», 1917, № 4.
- Буянов А., Сахар и спирт из древесины. «Н и Ж», 1918, № 5.
- Зыков Д., Фенол. «Н и Ж», 1941, № 3.
- Филимонов М., Наши лекарства. «Х в Ш», 1937, № 6.
- Кацнельсон М., Синтез лекарственных веществ. «Н и Ж», 1911, № 6.
- Гольдфарб Я., Стрептоид и сульфидин. «Н и Ж», 1942, № 7—8.
- Степанов Б., Химия больших молекул. «ТМ», 1945, № 3.
- Боссэ Г., Что такое каучук. «Н и Ж», 1942, № 2—3.
- Яшунская Ф., Синтетический каучук. «ТМ», 1943, № 7—8.
- Козлов Н., Синтетический каучук. «Н и Ж», 1948, № 4.
- Буянов А., Синтетический каучук. «ТМ», 1947, № 6.
- Гамбург Д., Карбид кальция. «ТМ», 1940, № 12.
- Бродский Д., Ацетилен и его применение. «Х в Ш», 1939, № 5.
- Газовые камеры для баланов и лимонов. «Н и Ж», 1910, № 11—12.

химия в жизни и в технике

- Партингтон, Химия в жизни. ОНТИ, 1937.
- Аррениус Сванте, Химия и современная жизнь. «Земля и фабрика», 1924.
- Шарвин В., Химия для всех. Гостехиздат, 1931.
- Богданов И., Высокие давления в химии. Изд. Академии СССР, 1938.
- Рюмин В., Занимательная химия. «Молодая гвардия», 1936.
- Ферсман А., Занимательная минералогия. «Молодая гвардия», 1935.

Андреев Б., Химическая викторина. Госхимтехиздат, 1938.

Ферсман А., Занимательная геохимия, 1948.

Журнальные статьи:

- Попилов Л., Защитная плёнка металлов. «ТМ», 1945, № 1—2.
- Жаброва Г., Чудесный ускоритель (о катализе). «ТМ», 1945, № 6.
- Андреев Д., Катализ. «Х в Ш», 1940, № 6.
- Зелинский Н., К пределам сжатия. «ТМ», 1946, № 4.
- Акимов Т., Металлическое состояние вещества. «Н и Ж», 1945, № 10.
- И. А., Сверхвысокие давления в технике. «Н и Ж», 1940, № 2.

АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ

- Аглинцев К., Очерки по физике атомного ядра. Для учителей физики и химии средней школы. М. — Л., Учпедгиз, 1946.
- Иоффе А., Атомное ядро сегодня. 1938.
- Вальтер А., Атака атомного ядра. ОНТИ, ДНГБУ, 1934.
- Вологдин В., Энергия атома. (Для старшего возраста.) Детгиз, 1947.
- Смит Г. Д., Атомная энергия для военных целей. Трансжиздат, 1916.
- «Об атоме и атомной энергии» (сборник). Иркутск, 1946.
- В сборнике даны статьи:
- 1) Проф. Грошев, Как устроено вещество. («Спутник агитатора», 1915, № 19).
 - 2) Акад. Алиханов, Атомное ядро и его энергия.
 - 3) Чл.-корреспондент Академии наук СССР проф. Бродский, Энергия атомного ядра («Красная звезда», 1946 г., 24 мая).
 - 4) Акад. Тамм, Внутриатомная энергия («Правда», 1946 г., 11 апр.).
- Алиханов А., Атомное ядро и его энергия. Пенза, изд-во газеты «Сталинское знамя», 1945.
- Гинзбург В., Атомное ядро и его энергия. Гостехиздат, 1946.
- Зайдель А., Загадка атома. Ленингр. газ.-журн. и книжн. изд-во, 1946.
- Зайдель А., Освобождение внутриатомной энергии (2-е изд. предыдущей книги), 1946.
- Рогов В., В недрах атома. Воронежск. обл. изд-во, 1946.
- Содди Ф., Радий и его разгадка. Гиз, 1924.
- Соколов Н., Атом и его энергия. Ростов н/Д, 1946.
- Капустинский А., Энергия атома. Елец, Госкультпросветгиз, 1947.
- Тамм И., Внутриатомная энергия. Пенза, изд-во газеты «Сталинское знамя», 1946 (см. также газету «Правда» от 11 апреля 1946 г.).
- Френкель Я., Освобождение внутриатомной энергии. Изд-во Академии наук СССР, 1946.
- Чацкий А., Строение вещества и внутриатомная энергия. «Московский рабочий», 1946.
- Цесевич В., Атом и его энергия. Одесское обл. изд-во, 1946.
- Шпольский Э., Атомная энергия. Гостехиздат, 1946.

Журнальные статьи:

- «Отделение изотопов». «Н и Ж», 1940, № 3.
- Полесичкий А., Исследование деления атомных ядер. «Н и Ж», 1940, № 5—6.

- Фридман В., Проблема тепловой смерти вселенной. «Н и Ж», 1940, № 4.
- Щербаков Д., Проблема урана. «Н и Ж», 1941, № 5.
- Шпинель В., Как разделяют изотопы. «Н и Ж», 1941, № 6.
- Гинзбург В., Элементарные частицы. «Н и Ж», 1944, № 4—5.
- Белский С., Расщепление атомного ядра. «Н и Ж», 1945, № 10.
- Алиханов А., Космические лучи. «Н и Ж», 1945, № 7, 8—9.
- Добротин Н., Циклотрон. «Н и Ж», 1945, № 10.
- Добротин Н., Космические лучи. «Н и Ж», 1947, № 11.
- Френкель Я., Атомная энергия и её освобождение. «Пр», 1946, № 5.
- Фридман В., Эйнштейновское соотношение между массой и энергией. «Н и Ж», 1946, № 4.
- Высокоостровский Л., В Хиросима и Нагасаки. «Новое время», 1947, № 3.
- Косаян К., Экспериментальные основы физики атомного ядра. «Физика в школе», 1946, № 1.
- Аглинцев М., Превращение атомных ядер и искусственная радиоактивность. «Физика в школе», 1946, № 1.
- Ельяшевич М., Деление тяжёлых ядер и использование атомной энергии. «Физика в школе», 1946, № 1.
- Хренов Г., Энергия атомного ядра. «Учительская газета», 1946 г., 9 июня.
- Ферсман А., Атом и время. «Н и Ж», 1946, № 1.
- Берестецкий В., Самопроизвольное деление урана. «Пр», 1945, № 1.
- Френкель Я., Атомная энергия и её освобождение. «Пр», 1945, № 5.
- Понизовский И., Нептуний и плутоний. «Пр», 1946, № 4.
- Астахов К., Атомная энергия. (В помощь лектору.) «Н и Ж», 1947, №№ 1, 3—4.

из истории химии

- Кок П., Химия у древних народов. (Из «Хим. хрестоматии», под редакцией В. Н. Верховского, вып. II—III, Гиз, 1930.)
- Меншуткин Б., Химия и пути её развития. Издание Академии наук СССР, 1937.
- Блох М., Краткие очерки развития химических открытий. Гос. научное техническое изд-во Украины, 1938.
- Нечаев И., Рассказы об элементах. Детгиз, 1944.
- Морозов Н., В поисках философского камня 1909.
- Старосельская-Никитина О., Очерки по истории науки и техники периода французской буржуазной революции 1789—1794 гг. Изд-во Академии наук СССР, 1946.
- Рассказы о науке и её творцах. Под ред. акад. А. Ферсмана, Детгиз, 1946.
- Парменов К. и Сморгонский Л., Книга для чтения по химии, часть I. Учпедгиз, 1948.
- Цветков Л. А., Великий русский химик А. М. Бутлеров, Ак. пед. наук, 1949.
- Люди русской науки. Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники. С предисловием С. И. Вавилова. Гос. изд-во техн. теорет. литературы, 1948.

Журнальные статьи (по общим вопросам).

- Погодин С., Из прошлого и настоящего химии в Академии наук СССР. «Н и Ж», 1945, № 5—6.
- Заславский И., Роль русских учёных в создании мировой химии. «Усп. Х», 1944, № 4.
- Погодин С., Выступление русских химиков против национализма и шовинизма в науке. «Усп. Х», 1946, № 5.
- Погодин С., К 30-летию советской химии. «Н и Ж», 1947, № 10.
- Морозов А., Творцы химии (о русских химиках). «ТМ», 1948, № 1.

ОБ ОТДЕЛЬНЫХ УЧЁНЫХ

- Могилевский Б., Гемфри Дэви. «Жургазобъединение», 1937.
- Радовский М., Михаил Фарадей. Госэнергоиздат, 1946.
- Шаховская Н. и Шик М., Загадка магнита. (Повесть о жизни и трудах Михаила Фарадея.) Детгиз, 1937.
- Воеводин П., Михаил Фарадей. Гиз, 1932.
- Шарвин В., Юстус Либих. Гиз, 1925.
- Кюри М., Пьер Кюри. Химтехиздат, 1924.
- Кюри Е., Жизнь и труды Мари Кюри. «Молодая гвардия», 1945.
- Меншуткин Б., Жизнеописание М. В. Ломоносова. Изд. Академии наук СССР, 1947.
- Шторм Г., Михаил Васильевич Ломоносов. Из серии «Жизнь замечательных людей». «Жургазобъединение», 1938.
- Шторм Г., Труды и дни Михаила Ломоносова. Гос. изд-во худ. литературы, 1934.
- Елисеев А., М. В. Ломоносов. Учпедгиз, 1941.
- Муратов М., Юность Ломоносова. Детгиз, 1944.
- Муратов М., М. В. Ломоносов. Детгиз, 1945.
- Арбузов А., Ломоносов — великий русский химик. Из цикла «Ломоносовские чтения». «Молодая гвардия», 1945.
- Вавилов С. акад., М. В. Ломоносов — великий русский учёный. Из цикла «Ломоносовские чтения». «Молодая гвардия», 1945.
- Слётов П. и Слётова В., Д. И. Менделеев. Из серии «Жизнь замечательных людей». «Жургазобъединение», 1938.
- Озаровская О., Д. И. Менделеев. Изд. «Федерация», 1929.
- Озаровская О., Великий химик. «Молодая гвардия», 1932.
- Чугаев Л., Д. И. Менделеев, его жизнь и деятельность. Научно-техническое изд-во, 1924.
- Кузнецова С. и Ходаков Ю., Менделеев и периодический закон. М., Учпедгиз, 1936.

Журнальные статьи:

О ком статьи:

Авогадро Амедео
Аррениус С.
Арбузов А.
Баллар А.
Бах А. Н.

В каких журналах:

«Х в Ш», 1938, № 5.
«Х в Ш», 1939, № 1.
«Усп. Х», 1948, № 1.
«Х в Ш», 1938, № 2.
«Х в Ш», 1937, № 6; «Усп. Х», 1941, № 6;
«Пр», 1937, № 4.
«Усп. Х», 1938, № 4.
«Усп. Х», 1939, № 4.

Городин А.
Бутлеров А.

«Х в Ш», 1941, № 2; «Н и Ж», 1940, № 3;
«ТМ», 1937, № 8; «Х в Ш», 1938, № 6;
«Н и Ж», 1936, № 12; «Пр», 1940, № 10;
«Усп. Х», 1940, № 11—12.

Вант-Гофф Я.
Вёлер Ф.
Виноградов Д.
Гей-Люссак Ж.
Дальтон Д.
Дэви Г.
Зелинский Н.

«Н и Ж», 1941, № 2.
«Усп. Х», 1939, № 3.
«Н и Ж», 1947, № 11.
«Х в Ш», 1940, № 6.
«Х в Ш», 1938, № 3.
«Х в Ш», 1939, № 3.
«Х в Ш», 1937, № 6; «Н и Ж», 1912,

Зинин Н.

№ 7—8; «Пр», 1941, № 5.
«ТМ», 1938, № 7; «Н и Ж», 1939, № 2;
«Пр», 1940, № 10; «Усп. Х», 1940, № 11—
12; «Усп. Х», 1943, № 2; «Н и Ж»,
1948, № 3.

Каблуков И.
Клаус К.
Курнаков Н.

«Х в Ш», 1937, № 6; «Пр», 1937, № 11.
«Усп. Х», 1939, № 7.
«Х в Ш», 1941, № 3; «Н и Ж», 1941, № 6;
«Усп. Х», 1941, № 6.

Кэвендиш Г.
Кюри М.

«Х в Ш», 1938, № 4.
«Х в Ш», 1939, № 5; см. также ряд статей
в журналах за 1934 г.

Лавуазье А.
Лебедев С.
Ломоносов М.

«Усп. Х», 1943, № 5.
«Х в Ш», 1940, № 4; «Усп. Х», 1944, № 4.
«Х в Ш», 1937, № 1; «Х в Ш», 1940, № 1;
«Н и Ж», 1940, № 3; «Усп. Х», 1940, № 4;
«Н и Ж», 1944, № 10; «ТМ», 1915, № 6.

Марковников В.
Менделеев Д.

«Х в Ш», 1939, № 6; «Усп. Х», 1939, № 2.
«Х в Ш», 1937, № 3; «Пр», 1937, № 3;
«ТМ», 1937, № 3; «Х в Ш», 1940, № 2;
«Н и Ж», 1940, № 4; «Усп. Х», 1944, № 1;
«Усп. Х», 1946, № 5; «ТМ», 1947, № 7;
«Усп. Х», 1947, № 2; «Н и Ж», 1947, № 3.

Мозли Г.
Парацельс.
Прянишников Д.

«Х в Ш», 1938, № 1.
«Х в Ш», 1938, № 2.
«Усп. Х»; 1939, № 1; «Пр», 1939, № 4;
«Усп. Х», 1942, № 1; «Усп. Х», 1948, № 3.

Рей Ж.
Резерфорд Э.
Семёнов Н.
Стас Ж.
Томсон Д.
Тревизан.
Фаворский А.

«Усп. Х», 1939, № 4.
«Х в Ш», 1938, № 1.
«Х в Ш», 1938, № 1; «Усп. Х», 1942, № 1.
«Усп. Х», 1940, № 2—3.
«Усп. Х», 1941, № 1.
«Х в Ш», 1937, № 4.
«Х в Ш», 1910, № 3; «Н и Ж», 1941, № 4;
«Пр», 1940, № 5; «Усп. Х», 1940, № 2—3;
«Усп. Х», 1911, № 6; «Усп. Х», 1945, № 6.

Фарадей М.
Шорлеммер К.

«ТМ», 1938, № 1.
«ТМ», 1938, № 3; «Х в Ш», 1940, № 5.

ЛИТЕРАТУРА ПО МЕТОДИКЕ ХИМИИ

Условные обозначения: «ФХМТ» — «Физика, химия, математика, техника в трудовой школе», журнал, издававшийся в период 1928 — 1932 гг.; «Б и Х» — «Биология и химия в школе», методические сборники (Учпедгиз) 1934—1936 гг.; «Х в Ш» — «Химия в школе», журнал, издававшийся в период 1938—1941 гг.

1. ОСНОВНЫЕ РУКОВОДСТВА ПО МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ

1. Борисов И. Н., Гостев М. М., Дубынин Л. А., Лерх П. И., Парменов К. Я. и Шаповаленко С. Г., Методика преподавания химии в неполной средней школе. Пособие для учителей химии. Под ред. проф. В. И. Спицына и К. Я. Парменова. М., Учпедгиз, 1940, 188 стр.

2. Верховский В. Н. проф., Гольдфарб Я. Л., Сморгонский Л. М., Методика преподавания химии в средней школе. Пособие к стабильному учебнику (для преподавателей). Изд. 2-е, переработанное. Утверждено НКП РСФСР. Учпедгиз, 1936, 372 стр.

3. Крапивин С. Г. проф., Записки по методике химии. Для преподавателей средних школ и техникумов. Под редакцией и с предисловием профессора В. Н. Верховского. Изд. 3-е, Учпедгиз, 1936, 224 стр.

II. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ В ШКОЛЕ

Абкин Г. Л., Об усвоении учащимися средней школы некоторых понятий химии («Х в Ш», метод. сборн., вып. III, 1948).

Авдюнин Н. И., Культура урока («Х в Ш», 1940, № 5, стр. 39—51).
Богоявленский Ф. И. проф., О преподавании химии в средней школе («Х в Ш», 1938, № 4, стр. 56—69).

Борисов И. Н., Антирелигиозное воспитание на уроках химии. Изд. Гос. научно-исслед. ин-та школ Наркомпроса РСФСР. Под редакцией К. Я. Парменова. М. 1939, 32 стр.

Буткевич Г. А., Основы современной химии в средней школе («Х в Ш», 1910, № 3, стр. 53—62).

Буткевич Г. А., К вопросу об определении некоторых основных понятий химии. По поводу статьи проф. Глики («Х в Ш», 1940, № 6, стр. 23—32).

Верещагин П. В., Химия для средней школы. Методические указания на 2-е полугодие 1932/33 уч. года. ЛОНО, 1933, 52 стр.

Верховский В. Н. проф., Очередные задачи постановки преподавания химии в школе («Советская педагогика», 1944, № 4, стр. 11—17).

Волкова Н., Тетрадь по химии («Б и Х», 1935, № 6, стр. 78—81).
Глинка Н. Л. проф., К вопросу об определении основных понятий химии («Х в Ш», 1940, № 4, стр. 31—43).

Глориозов П. А., Типы уроков («Х в Ш», 1941, 55—56).
Глориозов П. А. и Левченко В. В., Качество знаний по химии и меры к его улучшению («Х в Ш», методический сборник, вып. II, 1945, стр. 3—18).

Давыдов С. Д., Об отражении пятилетнего плана восстановления и развития народного хозяйства в преподавании химии («Х в Ш», метод. сборн., вып. III, 1948).

Дмитривев И. А., По поводу некоторых вопросов, рассматри-

ваемых в «Методике преподавания химии в средней школе» проф. В. Н. Верховского и др. («Х в Ш», 1937, № 4, стр. 26—41).

Дмитриев И. А., Стабильный учебник и его значение в преподавании начальной химии («Х в Ш», 1938, № 2, стр. 51—67).

Дрямов П. А., О домашних заданиях по химии («Х в Ш», 1937, № 3, стр. 66—71).

Дубынин Л. А., Преподавание химии в школе им. С. Т. Шацкого. «Школа им. С. Т. Шацкого», под ред. Л. Я. Скаткина и Д. Ф. Тамицкого. Учпедгиз, М. 1940, стр. 133—150.

Зобов В. Д., Химия как учебно-воспитательная дисциплина («Х в Ш», 1937, № 5, стр. 1—17).

Каблуков И. А. акад., К вопросу о преподавании химии в средней школе («Х в Ш», 1937, № 6, стр. 71—74).

Каган П. И., Химия в дореволюционной русской средней школе («Х в Ш», 1937, № 6, стр. 75—80).

Карелин Б. Н., О химической грамотности («Б и Х», 1936, № 5, стр. 76—78).

Кирюшкин Д. М., Об ученических тетрадях по химии («Х в Ш», 1939, № 5, стр. 63—69).

Коржев П. П., Справочник по химии для учителей средней школы. «Библиотека учителя», Учпедгиз, М. 1941, 328 стр.

Лебедев П. П., Влияет ли методология науки, в частности химии, на метод её элементарного преподавания? Второй сборник «Проблемы научной педагогики», 1929.

Лебедева Ф. С., Идеиное воспитание в преподавании химии. Сборник «Идейное воспитание учащихся в школах Москвы и Ленинграда в 1946/47 уч. г.», Учпедгиз, 1947, стр. 208—217.

Левашов Вл., Об улучшении работы по химии в сельских школах в связи с задачей привития учащимся навыков по сельскому хозяйству. «Методический сборник» в помощь учителю (по подготовке учащихся к практической деятельности). Майкоп 1940, № 3, стр. 56—78.

Левченко В. В., Постановка преподавания химии в образцовых школах («Б и Х», 1935, № 5, стр. 59—61).

Лерх П. И., Стабильный учебник в борьбе за качество учёбы по химии («Б и Х», 1935, № 2, стр. 69—76).

Лерх П. И., Из истории преподавания химии в русской дореволюционной школе («Б и Х», 1937, № 2, стр. 51—66).

Лерх П. И., Вопросы военной химии в средней школе. Изд. Гос. научно-исслед. института школ Наркомпроса РСФСР, Молотов, 1942, стр. 24.

Любарский В. В., Отражение работ М. В. Ломоносова в курсе химии средней школы («Х в Ш», 1937, № 2, стр. 81—84).

Малахов В. Н., Историзм в преподавании химии («Х в Ш», 1941, № 3, стр. 62—67).

Наугольнов В. А., Структурные формулы в курсе неорганической химии средней школы («Х в Ш», 1938, № 5, стр. 50—56).

О преподавании химии в семилетней и средней школе. Методические указания. Управл. школ Министерства просвещения РСФСР, Учпедгиз, 1917, 22 стр.

Панков Б. Ф., Выработка у учащихся практических навыков по химии. Из опыта преподавания химии в VII—X классах. Роствездиздат (Рост. обл. ин-т усовершенствования учителей), 1940, стр. 23—41.

Парменов К. Я., Типичные ошибки по химии у учащихся средней школы («Б и Х», 1936, № 4, стр. 45—58).

Парменов К. Я., Педагогические извращения в теории и практике преподавания химии в школе («Б и Х», 1933, № 5, стр. 55—62).

Парменов К. Я., Содержание и характер изменений в программе по химии для средней школы на 1938/39 уч. год («Х в Ш», 1938, № 1, стр. 62—72).

Парменов К. Я., Научно-исследовательская работа по методике химии («Х в Ш», 1939, № 3, стр. 69—76).

Парменов К. Я., Структура урока по химии в школе (в помощь начинающему преподавателю). Журнал «В помощь учителю». Воронеж 1936, № 6, стр. 25—31.

Парменов К. Я., О преподавании химии в 1941/42 уч. году. Инструктивно-метод. письмо. Изд. Гос. научно-исслед. института школ Наркомпроса РСФСР, 1941, 8 стр.

Парменов К. Я., О преподавании химии в условиях Отечественной войны. (Инструктивно-методическое письмо.) Управление начальных и средних школ Наркомпроса РСФСР. Изд. Гос. научно-исслед. института школ Наркомпроса РСФСР. М. 1942, 36 стр.

Пехлецкий А. И., Химия и сельскохозяйственные практические работы в школе. «В помощь преподавателям Курской области», 1940, стр. 19—23.

Проценко П. И., Воспитательная работа на уроках химии. Ростовский обл. институт усовершенствования учителей. Методический материал в помощь учителю. Роствездиздат, Ростов н/Д. 1939, 28 стр.

Розина Л. И., О связи обучения с жизнью («Х в Ш», 1941, № 2, стр. 64—72).

Рябова Д. И., Идеино-политическое воспитание в процессе обучения химии. Сборник «Идейно-политическое воспитание учащихся в школах Москвы и Ленинграда в 1946/47 уч. г.», Учпедгиз, 1947, стр. 197—207.

Серединский В. Н., Сохранять научный уровень изложения учебного предмета («Советская педагогика», 1945, № 5—6, стр. 50—52).

Смирнов В. З., О лекции по химии в средней школе («Методический путеводитель» Куйбышевского крайОНО, 1934, № 2, стр. 18—23).

Соловьёв Н., Самостоятельные работы учащихся по химии («Учительская газета» от 9 октября 1939 г.).

Суворова О. А., Сборник статей по методике химии. Пособие для студентов — заочников педвузов. Под редакцией Н. Н. Полянского. Казгосиздат, Алма-Ата 1941, 120 стр.

Суворова О. А., О связи преподавания химии с практикой и задачами социалистического строительства. «Материалы к августовским учительским совещаниям». Биология и химия. Казгосиздат, Алма-Ата 1940, 38 стр.

Успенский В. Д., Воспитание сознательной дисциплины на уроках химии («Х в Ш», 1940, № 5, стр. 51—55).

Фаустов П. А., О стабильном учебнике химии проф. В. Н. Верховского («Х в Ш», 1938, № 2, стр. 68—78).

Флёров Н. И., Определение некоторых основных понятий химии («Б и Х», 1937, № 4, стр. 21—49).

Флёров Н. И., Об определении основных понятий химии («Х в Ш», 1941, № 1, стр. 67—70).

Флёров Н. И., О вопросах учителя и ответах ученика («Х в Ш», 1937, № 3, стр. 60—68).

Флёров Н. И., К вопросу о воспитательной работе на уроках химии («Х в Ш», 1938, № 6, стр. 22—30).

Фомин В. В., Интерес учащихся к химии (по письмам в «Пионерскую правду») («Х в Ш», 1939, № 4, стр. 68—75).

Фельдт В. В., Рисунок учителя на уроках химии в средней школе («Х в Ш», методический сборн., вып. II, 1945, стр. 26—39).

Фельдт В. В., Рисунок ученика на занятиях по химии («Х в Ш», методический сборник, вып. III, 1948).

Ходаков Ю. В., Основные принципы построения учебника химии («Известия Академии педагогических наук РСФСР», вып. IV, 1946, стр. 95—110).

Химия в средней школе. Методическая записка к программе НКП РСФСР. Учпедгиз, 1933, 23 стр.

Химия в неполной средней и средней школе. Инструктивно-методический материал (составлен по данным выборочного обследования школ в 1934 г.).

Химия в неполной средней и средней школе. Инструктивно-методический материал (на основе итогов 1935/36 учебного года). Управление средней школы НКП РСФСР, М. 1936, 24 стр.

Цветков Л. А., О качестве знаний по химии («Х в Ш», методический сборник, вып. III, 1948).

Черняк И. А., О химических формулах, равенствах и химической грамотности («Х в Ш», 1937, № 2, стр. 85—87).

Шаповаленко С. Г., О качестве знаний по химии («Х в Ш», 1939, № 5, стр. 35—56).

Шаповаленко С. Г., Преподавание химии и подготовка учащихся к практической работе («Х в Ш», 1941, № 1, стр. 32—40).

Шаповаленко С. Г., Преподавание химии в школе и подготовка учащихся к практической работе (методическое письмо). Гос. научно-исследовательский институт школ. М. 1940, 48 стр.

Шаповаленко С. Г., Методы научного исследования в области методики химии. «Известия Академии педагогических наук РСФСР», вып. IV, 1946, стр. 49—94.

Шаповаленко С. Г., Задачи учителя химии в современных условиях («Х в Ш», методический сборник, вып. III, 1948).

Юрков Г. К., Требования к стабильному учебнику по химии («Х в Ш», 1940, № 6, стр. 33—40).

Яковенко И. С., Воспитательная работа на уроках химии в средней школе («В помощь учителю». Методический сборник Орджоникидзевского крайОНО и Ин-та усовершенствования учителей, вып. III, Пятигорск 1939, стр. 45—51).

III. ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ШКОЛЕ

Аверьянов М. В., О демонстрации непосредственного соединения азота с кислородом («Х в Ш», 1938, № 5, стр. 89).

Акимова Е. В., Практические знания и навыки по сельскому хозяйству в связи с изучением химии в средней школе (брошюра «Практические занятия и экскурсии по сельскому хозяйству в школах». «В помощь учителю», вып. I. Орёл 1940, стр. 31—43).

Васильев С. В., Опыты по электролизу («Х в Ш», 1940, № 3, стр. 83—92).

Верховский В. Н. проф., Техника и методика химического эксперимента в школе. Пособие для преподавателей. Изд. 3-е, т. II, Учпедгиз, Л. 1940, 530 стр.

Верховский В. Н. проф., Техника безопасности при работах в химической лаборатории («Х в Ш», 1940, № 1, стр. 44—52).

Гарус П. Л. и Харин А. Н., Демонстрационные опыты по адсорбции («Б и Х», 1936, № 2, стр. 77—89).

Глорнозов П. А., Определение молекулярного веса газа в курсе химии Х класса средней школы («Х в Ш», 1937, № 3, стр. 72—74).

Глорнозов П. А., Основные вопросы методики практических занятий по химии («Х в Ш», методический сборник, вып. I, Учпедгиз, 1944, стр. 9—20).

Глорнозов П. А., Демонстрирование опытов учащимися («Х в Ш», методический сборник, вып. III, 1948 г.).

Горемыкин В. И., Организация лабораторных работ по химии в массовой школе («Х в Ш», методический сборник, вып. III, 1948 г.).

Грабецкий А. А., Практические работы по химии («Х в Ш», 1939, № 3, стр. 54—59).

Землянов Г. Е., Практические домашние задания по химии. (Методический сборник № 1 Приморского краевого института усовершенствования учителей). Владивосток 1941, стр. 63—75.

Иванов С. и Смирнова В., Техника безопасности на уроках физики и химии («Математика и физика в средней школе», 1935, № 2, стр. 84—89).

Иванцова М. А. и Левченко В. В., Лабораторные работы по химии в школе с малыми количествами реактивов. Учпедгиз, М. 1944, 64 стр.

Иванцова М. А. и Левченко В. В., Лабораторные работы в средней школе с малыми количествами реактивов (работы усложнённого типа). «Х в Ш», методический сборник, вып. II, 1945, стр. 39—64.

Иовшиц В. И., Заметки учителя («Х в Ш», 1940, № 4, стр. 76—78).

Каблуков И. А., почётн. акад., К вопросу о роли и постановке опытов при прохождении химии («Х в Ш», 1938, № 3, стр. 46—47).

Киришкин Д. М., Лабораторные занятия по химии («Х в Ш», 1940, № 4, стр. 44—57).

Левченко В. В. и Иванцова М. А., Опыты по химии с малым количеством реактивов (Неорганическая химия). Методическое пособие для преподавателей химии средней школы. Учпедгиз, 1947.

Левченко В. В. и Иванцова М. А., Лабораторные работы по химии с малыми количествами реактивов («Х в Ш», методический сборник, вып. I, Учпедгиз, 1944, стр. 25—48).

Морозова А. Н., О проведении лабораторных работ по химии в седьмых классах («Х в Ш», 1940, № 4, стр. 64—69).

Парменов К. Я., Демонстрационные опыты по химии («Х в Ш», методический сборник, вып. II, 1945, стр. 82—88).

Парменов К. Я., Небольшие исследовательские задачи по химии для учащихся средней школы («Х в Ш», методический сборник, вып. II, 1945, стр. 89—91).

Парменов К. Я., Опыты с электрическим током по химии в средней школе. Учпедгиз, М. 1944, 88 стр.

Парменов К. Я., Как организовать занятия по химии в средней школе без вытяжного шкафа («Х в Ш», методический сборник, вып. I. Учпедгиз, 1944, стр. 48—56).

Полякова В. А., Опыт проведения практических работ по теме «Окислы, кислоты, основания, соли» в Х классе («Х в Ш», методический сборник, вып. III, 1948).

Правила поведения и меры безопасности в школе.

ной химической лаборатории. Авторы М. М. Гостев и Л. А. Дубынин. Наркомпрос РСФСР, 1941, 24 стр.

Практические работы по химии, связанные с вопросами сельского хозяйства. Под общ. ред. П. К. Лемана. Ростовский институт усовершенствования учителей. Ростов. обл. ведом. изд., Ростов н/Д. 1941, 44 стр.

Протасов П. И. и Харин А. Н., Применение электрического тока в демонстрационных опытах по химии («Б и Х», 1936, № 4, стр. 79—87).

Рабинович М. М., Опыты по коррозии металлов («Б и Х», 1934, № 3, стр. 120—122).

Савич Т. З., Привитие учащимся средней школы навыков распознавания веществ («Х в Ш», методический сборник, вып. I, 1944, Учпедгиз, стр. 20—29).

Созонов С. и Верховский В., Первые работы по химии. Руководство для практических занятий, параллельных элементарному курсу. Изд. 3-е, Гиз, М.—Л. 1935.

Сафонова И. Н., О некоторых условиях эффективности школьного химического эксперимента («Х в Ш», методический сборник, вып. III, 1948 г.).

Сборник материалов о работе школ. Выпуск шестой. Практические занятия по химии в школе. Московский городской отдел народного образования. Институт усовершенствования учителей. М. 1940, стр. 64.

Субботин Б. И., Метод практических работ по химии (на основах самостоятельности учащихся). Л. Гиз, 1926, 72 стр.

Тимофеев В. Ф., Химические опыты в неполной средней школе. Пособие для учителя. Татгосиздат, Казань 1938, 356 стр.

Фельдт В. В., Эксперимент как основа преподавания химии в средней школе («Х в Ш», методический сборник, вып. I. Учпедгиз, 1944, стр. 3—8).

Шаповаленко С. Г., О химическом эксперименте в средней школе («Х в Ш», 1940, № 2, стр. 45—54).

Шаповаленко С. Г. и Дубынин Л. А., Практические занятия по неорганической химии (для средней школы). Изд. Гос. научно-исслед. ин-та школ Наркомпроса РСФСР, М. 1940, 172 стр.

Шахов П. С., Опыты с вольтовой дугой на уроках химии («Б и Х», 1934, № 4, стр. 107—109).

Яковлев В., Лабораторные занятия по химии (принципы применения лабораторного метода в повышенной школе). («За коммунистическое воспитание», 1933, № 4, стр. 33—40).

Яковлев В., О модельных приборах по химии («За коммунистическое воспитание», 1932, № 3, стр. 51—58).

IV. ХИМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

Брусов П. Ф., Роль задачника в преподавании химии и методика решения задач («Б и Х», стр. 48—60).

Брусов П. Ф., Опыт решения химических задач с учащимися средней школы. Изд. Центр. научно-исследовательского института политехнического образования. Методический материал в помощь учителю, № 25, 1937, 14 стр.

Гольдфарб Я. Л. и Сморгонский Л. М., Химические задачи («Б и Х», 1936, № 4, стр. 56—63).

Парменов К. Я., Типы химических задач для весенних испытаний в X классах («Х в Ш», 1938, № 2, стр. 77—79).

Сморгонский Л. М. проф., Химические задачи на историческом материале («Х в Ш», 1939, № 4, стр. 62—68; № 5, стр. 57—62).

Томашевский И. Ф., Экспериментальные задачи («Х в Ш», 1941, № 1, стр. 83—85).

Цветков Л. А., Методика решения химических задач по растворам («Х в Ш», 1940, № 4, стр. 55—63; № 6, стр. 46—52).

Шаповаленко С. Г., Химические задачи в преподавании неорганической химии в средней школе («Х в Ш», 1937, №№ 1, 2, 3, 5, 6).

V. ЭКСКУРСИИ НА ХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА

Вальфкович С. И. и Донде А. А., Экскурсии по химическим заводам (для учащихся и самообразования). Гиз, М.—Л. 1929, 11 стр.

Багал Л. В., На химических заводах. Вып. I и II. С введением. Под редакцией проф. В. Н. Верховского. Гиз, 1927, стр. 63—78.

Григорьева Г. Л., Связь школы с производством. Экскурсия на винокуренный завод («На путях к новой школе», 1929, № 9, стр. 53—55).

Ковицкая Е. М., Использование экспонатов Политехнического музея в преподавании химии («Х в Ш», 1937, № 2, стр. 83—92).

Соколов И. С., Экскурсия по химии («Х в Ш», 1940, № 1, стр. 59—71).

Соколов И., Экскурсия на металлургический завод («Учительская газета» от 11 декабря 1940 г., № 157).

Станчик Г. А., Опыт проведения экскурсии на стекольный завод («Х в Ш», 1940, № 3, стр. 92—94).

Татарченко Д. М., В доменном цехе. (Из серии «Экскурсионная библиотечка», под ред. Ангерта и Райкова.)

«Гропа на завод». Общедоступное введение в изучение фабрично-заводских производств. Под ред. проф. В. Г. Шапошникова. Вып. I—IV, Гиз, 1926.

Шолохов Т. И., Наша экскурсия на завод «Стеклотара». («Северо-Кавказский учитель», 1936, № 7, стр. 33—42).

VI. МЕТОДИКА РАБОТЫ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ТЕМАМ КУРСА

Абрамов Н., Постановка опытов по темам «Бром» и «Иод» («Х в Ш», 1937, № 5, стр. 46—54).

Авдюнин Н. И., Повторение курса неорганической химии в X классе («Х в Ш», 1941, № 1, стр. 41—54).

Балабанов В. М., Некоторые вопросы преподавания раздела «Окислы, основания, кислоты, соли» («Х в Ш», 1939, № 1, стр. 62—63).

Берлявский И. А., Методика преподавания темы «Альдегиды и кетоны» («Х в Ш», 1938, № 5, стр. 45—50).

Богоявленский Ф. И. проф., О преподавании основных химических законов в средней школе («Х в Ш», 1940, № 3, стр. 41—42).

Борисов И. Н., Закон сохранения материи и энергии («Б и Х», 1934, № 2, стр. 67—85).

Борисов И. Н., Вещества и их превращения (Материалы к совещанию учителей неполной средней и средней школы в августе 1938 г., стр. 2—21).

Борисов И. Н., Строение и классификация органических соединений в практике школы («Б и Х», 1934, № 3, стр. 99—106).

Борисов И. Н., Повторение и закрепление основных химических понятий в связи с изучением тем «Сера» и «Азот и фосфор» (Материалы к совещаниям учителей в январе 1938 г., стр. 19—32).

Борисов И. Н., К методике изучения химической символики в VII классе (Материалы к январским совещаниям 1938 г., стр. 4—18).

Буткевич Г. А., К методике темы «Окисление — восстановление» («Х в Ш», 1939, № 1, стр. 48—51).

Буткевич Г. А., К вопросу о методике темы «Серная кислота» («Х в Ш», 1938, № 1, стр. 61—67).

Бутырский Н. А., К вопросу о проработке валентности («ФХМТ», 1931, № 8).

Бутырский Н. А., О реакциях окисления и восстановления («Б и Х», 1935, № 1).

Бутырский Н. А., О наиболее трудных случаях составления химических уравнений («ФХМТ», 1932, № 4).

Вайнштейн Б. М., Опыт методики преподавания темы «Аммиак и соли аммония» («Х в Ш», 1940, № 1, стр. 53—59).

Габченко И. В., Об изучении валентности в средней школе («Педагогическое образование», 1933, № 5, стр. 47—50).

Габченко И. В., Приёмы, способствующие усвоению учащимися понятия валентности («Х в Ш», 1937, № 1, стр. 76).

Гадко Г. Н., Изучение темы «Периодический закон Д. И. Менделеева» («Х в Ш», 1941, № 2, стр. 62—63).

Гольдфарб Я. Л. и Сморгонский Л. М., Амины в курсе химии средней школы («Б и Х», 1934, № 4, стр. 90—96).

Гольдфарб Я. Л. и Сморгонский Л. М., Первое знакомство с изомерией и теорией строения («Б и Х», 1934, № 6, стр. 104—114).

Дубынин Л. А., Повторение курса химии в X классе (Материалы к совещанию учителей. Январь 1938 г., стр. 57—70).

Дубынин Л. А., Организация уроков с лабораторными работами по теме «Окислы, кислоты, основания и соли» («Б и Х», 1935, стр. 61—67).

Желуховцева П. Д., Методическая разработка темы «Закон Авогадро и определение молекулярного веса» («Х в Ш», 1938, № 3, стр. 65—69).

Захаров В., Вопросы методической проработки главы о валентности («ФХМТ», 1929, № 5 и 6).

Захаров В., Химическая символика и атомистика («ФХМТ», 1928, № 1, стр. 5—23; 1928, № 2—3, стр. 8—22).

Иоффе Б., О проработке символики в курсе органической химии («ФХМТ», 1929, № 4, стр. 54—58).

Кабачник М. И. и Шепелёва Е. С., Опыты по коллоидной химии («Б и Х», 1935, № 3, стр. 47—58).

Киришкин Д. М., Методика изучения атомно-молекулярной теории в VII классе средней школы («Х в Ш», 1938, № 3, стр. 23—40).

Киришкин Д. М., Общие свойства металлов («Б и Х», 1936, № 4, стр. 66—75).

Киришкин Д. М., Коррозия металлов («Х в Ш», 1939, № 2, стр. 63—65).

Киришкин Д. М., Вещества и их превращения («Х в Ш», 1939, № 4, стр. 46—61).

Киришкин Д. М., Вайнштейн В. М. и др., Атомно-молекулярная теория как основа для построения курса химии в VII классе («Х в Ш», 1941, № 3, стр. 51—61).

Коварская М. И., Уяснение учащимися генетической связи между основными классами химических соединений («Б и Х», 1936, № 6, стр. 77—80).

Ковицкая Е. М., Коррозия металлов и борьба с ней («Б и Х», 1936, № 3, стр. 90—98).

Лебедев П. П., Периодическая система Д. И. Менделеева (к вопросу о её месте и форме в трудовой школе) («ФХМТ», 1928, № 4, стр. 11—23).

Лебедев П. П., Основные химические понятия («ФХМТ», 1934, № 3).

Лебедев П. П., Опыт проработки атомистической теории («ФХМТ», 1932, № 1).

Леман П. К., Тема «Окислы, основания, кислоты, соли» в VII классе. («В помощь учителю». Методический бюллетень Ростовского ОблОНО, 1939, № 2, стр. 15—20.)

Леман П. К., Повторение курса неорганической химии в X классе. «Повторение пройденного в X классе». Методический материал в помощь учителю (Ростовск, обл. институт усовершенств. учителей. Ростовдиздат. Ростов н/Д, 1939, стр. 23—35).

Проценко П. И., О генетической связи между отдельными классами органических соединений («Х в Ш», 1940, № 2, стр. 55—58).

Раскин С. Я., Периодический закон Д. И. Менделеева. Минск 1939, 20 стр.

Самойленко Д. И., Опыт изучения теории электролитической диссоциации в VIII классе («Х в Ш», 1941, № 3, стр. 80—82).

Семенов А. П. проф., Теория электролитической диссоциации в курсе химии средней школы («Х в Ш», 1938, № 3, стр. 48—50).

Сморгонский Л. М. проф., Металлы в курсе химии средней школы (Материалы к совещаниям учителей, январь 1938 г., стр. 32—57).

Сморгонский Л. М. проф., Металлы в курсе химии средней школы (Приложение к журналу «Химия в школе», 1937, № 5, 47 стр.).

Сморгонский Л. М. проф., Периодическая система элементов (Материалы в помощь учителю, 1938, стр. 3—23).

Сморгонский Л. М. проф., Строение атомов (Материалы в помощь учителю, 1938, стр. 24—47).

Флёров Н. И., Атомно-молекулярное учение. VII класс (Методический бюллетень МООНО, 1940, № 6—7, стр. 84—96).

Флеров Н. И., Как показать периодичность свойств элементов при первом изучении периодической системы («Х в Ш», 1940, № 4, стр. 72—76).

Химия. Материалы в помощь учителю. НКП РСФСР, 1938, стр. 80.

Химия. Материалы к совещаниям учителей неполной средней и средней школы в январе 1938 г. НКП РСФСР, М. 1937, 72 стр.

Химия. Материалы к совещаниям учителей в неполной средней и средней школе в августе 1936 г., НКП РСФСР, М. 1938, 64 стр.

Цветков Л. А., Газовые законы и молекулярные формулы (Материалы к совещаниям учителей, август 1938, стр. 41—64).

Цветков Л. А., Основы теории электролитической диссоциации (Материалы в помощь учителю, 1938, стр. 41—64).

Цветков Л. А., Определение атомных весов элементов («Х в Ш», 1938, № 5, стр. 57—60).

Цветков Л. А., Доказательства структурных формул этилена, спиртов и эфиров в школьном курсе химии («Х в Ш», 1938, № 4, стр. 40—50).

Цветков Л. А., Изучение химии и металлургии железа в школе («Х в Ш», 1941, № 2, стр. 42—61).

Цветков Л. А., Доказательство строения альдегидов и карбоновых кислот в школьном курсе химии («Х в Ш», 1937, № 3, стр. 48—59).

Черняк И. А., Химия и химическая промышленность СССР («Х в Ш», 1939, № 2, стр. 66—81).

Шаповаленко С. Г., Окислы, основания, кислоты и соли в VII классе (Материалы к совещанию учителей, август, 1938 г., стр. 21—41).

VII. СОСТОЯНИЕ И УЧЁТ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ

Акимов Е. В., Подготовка и проведение испытаний по химии. Повторение. Подготовка и проведение переводных и выпускных испытаний. (В помощь учителю, вып. II. Орловский отдел народного образования и областной институт усовершенствования учителей, Орёл 1941, стр. 66—72.)

Глоризов П. А., Контрольные работы по химии в средней школе («Х в Ш», методический сборник, вып. II, 1945, стр. 19—25).

Кирюшкин Д. М., Котлярова О. С. и Соловьёв Н. Г., Учёт успеваемости учащихся («Х в Ш», 1940, № 2, стр. 33—45).

Ковицкая Е. М. и Морозова А. Н., Весенние испытания по химии в средней школе («Х в Ш», 1939, № 2, стр. 41—49).

Ковицкая Е. М., Морозова А. Н., Котлярова О. С., Как мы проводим испытания по химии («Учительская газета» от 9 мая 1938 г.).

Лерх П. И., К итогам весенних испытаний 1939/40 уч. года («Х в Ш», 1940, № 6, стр. 64—72).

Лерх П. И., О нормах оценок успеваемости по химии («Х в Ш», 1939, № 4, стр. 33—46).

Нормы оценок устных ответов и письменных работ по химии в VII классе средней школы. (Проект. На правах рукописи.) Гос. научно-исслед. ин-т школ Наркомпроса РСФСР, М. 1939, 30 стр.

Нормы оценок успеваемости учащихся по химии в средней школе. (Методическое письмо. Проект.) Гос. научно-исслед. ин-т школ Наркомпроса РСФСР, 1940, 64 стр.

Соловьёв Н. Г., Летучие контрольные работы по химии («Х в Ш», 1941, № 3, стр. 76—80).

Соколов И. С., Контрольные работы учащихся («Х в Ш», 1939, № 1, стр. 89—90).

Чинаев М., Учёт работы по химии («ФХМТ», 1929, № 1).

VIII. НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ

Александров Е., Кино на уроках химии («Учебное кино», 1934, № 8, стр. 27—29).

Алейников Л., Синтез аммиака. Таблицы для средней школы, под редакцией проф. П. М. Лукьянова. Приложение: объяснительный текст для преподавателей. Гиз, М. 1936, 40 стр.

Беляева В. А., Применение разрезной азбуки («Х в Ш», 1939, № 1, стр. 76—80).

Буткевич Г. А., О технике хранения и использования таблиц («Х в Ш», 1938, № 4, стр. 89—90).

Варламова З. А., Материал газет и журналов на уроках химии («Х в Ш», 1940, № 3, стр. 94—96).

Варламова З. А., Периодическая система элементов как наглядное пособие («Х в Ш», методический сборник, вып. II, 1945, стр. 80—82).

Верецагин П., О демонстрации диапозитивов при дневном свете («В помощь учителю» и «Методический бюллетень Лен. облОНО», 1938, № 9, стр. 35—37).

Давыдов С. Д., Кинофильмы в преподавании химии («Х в Ш», 1939, № 3, стр. 60—68).

Дубынин Л. А., Пространственные схемы химических процессов («Х в Ш», 1937, № 5, стр. 79).

Завьялова К. Н., Опыт применения лото в преподавании химии («Х в Ш», 1938, № 1, стр. 70—71).

Киселёв Н. А. и Полонский М. М., Кино в учебной и внеклассной работе школы. Издание Гос. научно-исслед. ин-та школ Наркомпроса РСФСР, М. 1940, 44 стр.

Парменов К. Я., Стенные таблицы по химии («Х в Ш», 1938, № 1, стр. 102—105).

Парменов К. Я., Самодельные приборы для выяснения принципа электроосмоса («Х в Ш», методический сборник, вып. III, 1948).

Сауков А. А., Распространение химических элементов в земной коре (включая атмосферу и гидросферу). (Объяснительная записка для учителей. Приложение к таблице.) Учпедгиз, М. 1937, 20 стр.

Спицын В. проф., Нужно создать учебный фильм по химии («Учебное кино», 1935, № 2—3, стр. 45).

Справочная картотека по химии. Методическое пособие для учителей средней школы. В. В. Фельдт, М. М. Гостев, А. А. Звереза, А. И. Филько, Е. И. Ядвинская. Коробка с 384 карточками и 32 страницами объяснительного текста. Учпедгиз, М. 1935.

Фельдт В., Кинофильмы в курсе химии высшей школы («Учебное кино», 1935, № 7).

Фельдт В., Пространственное построение сценариев учебного фильма по химии («Учебное кино», 1935, № 4).

Фельдт В., Методика построения сценариев учебного фильма по химии (Сборник «Учебное кино», ч. II, 1934).

Флёров Н. И., Диапозитивы на плёнках («Б и Х», 1936, № 5, стр. 90—95).

Флёров Н. И., Диапозитивы по химии для средней школы («Б и Х», 1936, № 4, стр. 93—96).

Яковлев В., О самодельных приборах по химии («За коммунистическое воспитание», 1932, № 3, стр. 51—58).

Юрков Г. К., Применение проекционного фонаря для демонстрации химических опытов («Х в Ш», 1941, № 2, стр. 75—78).

IX. ОБОРУДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ

Верховский В. Н. проф., Техника и методика химического эксперимента в школе. (Пособие для преподавателей.) Том первый. Приборы, материалы и приёмы работы. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. Учпедгиз, 1940, 378 стр. Издание 4-е, 1947.

Верховский В. Н., Химическая лаборатория трудовой школы. Устройство помещений для преподавания химии и их обстановка. Изд. 4-е, 1925, 96 стр.

Верховский В. Н., Проекты некоторых предметов оборудования химических лабораторий средней школы. Учёные записки Гос. пед. ин-та имени Герцена. Т. IV, 1937, вып. 2, стр. 215—298.

Воскресенский П. И., Техника лабораторных работ. ГХТИ, 1932, 144 стр.

Габченко И. В., Стандартизированный набор деталей для опытов по химии в средней школе («Х в Ш», 1937, № 3, стр. 75—77).

Гостев М., Работа с электронагревательными приборами на уроках химии в средней школе. Изд. ЦНИИПО, 1936, 10 стр.

Гостев М. М., Организация химической лаборатории в средней школе. Изд. Гос. научно-исслед. института школ Наркомпроса РСФСР, М. 1941, 80 стр.

Захаров В. В., Организация химического кабинета (Инструктивно-методическое письмо.) («ФХМТ», 1928, № 2).

Левченко В. В., Простая установка для проекции на экране химических опытов («Химия в школе», метод. сборник, вып. I, Учпедгиз, 1944, стр. 63—65).

Оборудование химических лабораторий. Методическое пособие для преподавателей средней школы. Под общей редакцией Н. В. Нечаева. Учпедгиз, 1934, 56 стр.

Павлович С. А., Химикалии для учебных лабораторий. Практическое руководство. Под ред. проф. Ю. Н. Ловягина. Госкультснаб, М. 1935.

Павлович С. А., Изготовление приборов для школьных лабораторных занятий. Пособие для преподавателя естествознания, для практических занятий в педагогических техникумах и институтах и для постановки работ в школьных мастерских учебных пособий. «Работник просвещения», 1928.

Попов И. В., Лабораторное оборудование для химических опытов в школе I ступени («Методы политехнической школы», 1932, № 5).

Сабосвич Е. М. и Горшешников В. С., Материальная база преподавания химии в средней школе («Х в Ш», 1937, № 4, стр. 13—26).

Смирнов В. З., Организация химической лаборатории в средней школе. Методический путеводитель № 1—2 для работников массовых школ Куйбышевского райОНО за 1935 г.

Успенский В. В., Как я создавал химическую лабораторию в школе («Х в Ш», 1939, № 1, стр. 70—73).

Учебные пособия и политехническое оборудование. Практическое руководство. Вып. III. Лабораторное оборудование и химическая аппаратура. Составили М. М. Гостев, А. А. Зверева и др., под общей редакцией Н. П. Конобеевского и др. Культснабторг Когиза, М. 1933, 132 стр.

Чернышёв П. А., Непрерывно действующий прибор для переноски воды («Х в Ш», 1941, № 1, стр. 90).

Черняк И. А., Жаровня в качестве нагревательного прибора («Х в Ш», методический сборник, вып. III, 1948).

Х. ВНЕКЛАССНАЯ РАБОТА ПО ХИМИИ

Акимова Е. В., Внеклассная работа по химии. (Сборник «Практические занятия и экскурсии по сельскому хозяйству в школах. В помощь учителю, вып. I. Изд. Орловского обл. Совета депутатов трудящихся, Орёл 1940, стр. 44—55.)

Амброзий М. Н., Организация химических кружков («Б и Х», 1934, № 3, стр. 107—114).

Борисов И. Н., Химический кружок в средней школе. Под редакцией К. Я. Парменова. Изд. Гос. научно-исслед. ин-та школ Наркомпроса РСФСР, М. 1940, 23 стр.

Борисов И. Н., Антирелигиозные вечера по химии в средней школе. Под ред. К. Я. Парменова. М. 1939. Изд. Гос. научно-исслед. ин-та школ Наркомпроса РСФСР, 48 стр.

Брусов П. Ф., Внеклассные занятия по химии («Х в Ш», 1941, № 2, стр. 73—74).

Брусов П. Ф., Химический кружок («Х в Ш», 1939, № 4, стр. 82—88).

Брусов П. Ф., Химический кружок («Х в Ш», 1940, № 5, стр. 90—93).

Васильев С. В., Кружковые занятия по элементарному качественному анализу («Х в Ш», 1940, № 5, стр. 78—89).

Васильев С. В. и Цветков Л. А., Опыты по фотохимии в кружке химиков («Х в Ш», 1938, № 3, стр. 51—52).

Гостев М., Кружковые занятия по химии и химической технологии в средней школе (Методический сборник «Политехническое обучение в школе», 1934, № 4, стр. 95—105).

Гостев М., Химический завод на столе. ОНТИ, 1936, 152 стр.

Давыдов С. Д., Внеклассное чтение по химии («Х в Ш», 1940, № 1, стр. 37—43).

Кабачник М. И. и Шепелёва Е. С., Опыты по коллоидной химии («Б и Х», 1935, № 3, стр. 47—63).

Казаченко А. С., Химический кружок. «Молодая гвардия», 1923, 40 стр.

Кашаев-Мартынов Ф., Выращивание кристаллов в школьных условиях («Б и Х», 1936, № 5, стр. 78—79).

Лапшина З. П., Вопросы транспорта в химическом кружке («Х в Ш», 1940, № 6, стр. 69—72).

Макарищев С. А., Подготовка учащихся к оборонной работе («Х в Ш», 1941, № 1, стр. 71—77).

Малахов В. П., Школьные работы по химической технологии органических веществ. Гиз, 1928, 128 стр.

Муравьёва Н. Л., Химический кружок («Учительская газета» от 11 октября 1938 г., № 138).

Намеднина Н. П., Вечера занимательной химии в школе («Народный учитель». Дальневосточн. гос. изд., 1940, № 3—4, стр. 118—121).

Ордынская Е., Химический кружок. «Молодая гвардия», 1900 стр.

Парменов К. Я., Химические кружки (Сборник «Программы кружковых занятий в школе»). Учпедгиз, 1935, стр. 23—40.

Парменов К. Я., Агрохимический кружок в средней школе. («Советская педагогика», 1942, № 1, стр. 52—58).

Розина Л. И., Из опыта внеклассной работы по химии в 110-й школе г. Москвы («Х в Ш», методический сборник, вып. III, 1948).

Тарасов Н., Школьные работы по технологии растительных веществ. (Из серии «В помощь учителю»). Гиз, М. — Л. 1928, 69 стр.

Тюрин В. И., Кружки препаративной химии («Х в Ш», 1941, № 1, стр. 77—83).

Успенский Д. А., О химических опытах учащихся в домашних условиях («Х в Ш», методический сборник, вып. III, 1948).

Фомин В. В., К итогам химической олимпиады («Х в Ш», 1940, № 3, стр. 74—84).

Ходаков Ю. В., проф., О некоторых новых формах внеклассной работы по химии («Х в Ш», методический сборник, вып. III, 1948).

Цветков Л. А., Опыт работы химического кружка («Х в Ш», 1937, № 1, стр. 61—64).

Цветков Л. А., Работа технических кружков в школе (Методический сборник «Политехническое обучение в школе», вып. 2, 1932, стр. 134—141).

Цехановская Н. Г., Практическая подготовка учащихся в химическом кружке («Х в Ш», 1940, № 6, стр. 63—68).

Яковлев В., Кружок по химии («За коммунистическое воспитание», 1934, № 2, стр. 64—67).

XI. КАДРЫ

Беркенгейм Б. М., Спицын В. И., Верховский В. Н., Парменов К. Я., Сморгонский Л. М., О подготовке преподавателей химии («Учительская газета» от 7 января 1939 г.).

Зобов В. Д., Из опыта методической работы по химии с учителями городских школ («Х в Ш», 1937, № 6, стр. 106—111).

Золотавин В. Л., Работа методиста («Х в Ш», 1940, № 4, стр. 69—72).

Киришкин Д. М., Профиль современного преподавателя химии в средней школе. Бюллетень Всесоюзного химического об-ва им. Д. И. Менделеева, 1938, № 2, стр. 22—23.

Коковин А. Н., Проф. В. Н. Верховский («Х в Ш», 1940, № 2, стр. 81—86).

Коковин А. Н., Памяти проф. В. Н. Верховского («Естествознание в школе», 1947, вып. 4, стр. 34—44).

Лерх П. И., Крапивин С. Г. как педагог и методист химии («Учительская газета» от 29 августа 1939 г.).

Парменов К. Я., О подготовке преподавателей химии для средней школы («Вестник высшей школы», 1941, № 1, стр. 6—9).

Парменов К. Я., Опыт работы учителя химии Л. А. Дубынина. Учпедгиз, 1940, 68 стр.

Парменов К. Я., Памяти Вадима Никандровича Верховского («Успехи химии», т. XVI, вып. 2, 1947, стр. 233—234).

Сидоров В. В., Учитель Н. Г. Соловьёв («Х в Ш», 1939, № 3, стр. 77—85).

Спицын В. И., О системе подготовки преподавателей химии в средней школе. Бюллетень Всесоюзного химического об-ва им. Д. И. Менделеева, 1938, № 2, стр. 21—22.

Тюрин Н. И., Заочная подготовка учителя химии («Х в Ш», 1939, № 1, стр. 70—72).

Фридман С., О квалификации преподавателей химии, физики и математики («ФХМТ», 1928, № 3—4).

Цветков Л., Институт усовершенствования учителей («Х в Ш», 1939, № 1).

XII. СЪЕЗДЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, НАУЧНЫЕ ОБЩЕСТВА

Естественно-историческое образование СССР по данным I Всероссийского съезда педагогов-естественников 10—16 августа 1923 г., под общей редакцией проф. Б. Е. Райкова, в двух частях. Л. 1924.

Ковицкая Е. М., Всероссийское совещание по вопросам преподавания химии в средней школе («Успехи химии», 1940, т. IX, вып. 23, стр. 304—308).

Парменов К. Я., Научно-методическое совещание по вопросам преподавания химии в средней школе («Х в Ш», 1940, № 2, стр. 81—91).

Парменов К. Я., Организация секции преподавания химии при московском отделении Всесоюзного хим. о-ва им. Д. И. Менделеева («Х в Ш», 1938, № 3, стр. 100—103).

Парменов К. Я., Съезд неосуществлённых надежд («Х в Ш», 1938, № 6, стр. 19—21).

Секция преподавания химии при Московском отделении ВХО им. Д. И. Менделеева («Бюллетень ВХО им. Д. И. Менделеева», т. I, 1938, вып. 2, стр. 41—43).

XIII. БИБЛИОГРАФИЯ

(рецензии и другие материалы)

Андреев Б. Г., Использование научно-популярной и периодической литературы в преподавании химии («Х в Ш», 1938, № 2, стр. 96—103).

Андреев Б. Г., Химия, вып. I, М. 1939 (58 стр.). В помощь библиотечарю и читателю массовой библиотеки. Государственная научно-техническая библиотека Наркомпроса РСФСР.

Багарацкий В. Л., О научно-популярной литературе по химии («Х в Ш», 1938, № 3, стр. 88—96).

Горшешников В. С., Проф. В. Н. Верховский, Я. Л. Гольдфарб и Л. М. Сморгонский «Методика преподавания химии в средней школе» («Б и Х», 1935, № 6).

Золотавин В. Л., К. Я. Парменов «Опыт работы учителя химии Л. А. Дубынина» («Х в Ш», 1940, № 4, стр. 90—92).

Лерх П. И., В. Ф. Тимофеев «Химические опыты в неполной средней школе». Пособие для учителя («Х в Ш», 1939, № 1, стр. 92—94).

Лерх П. И., М. Гостев «Химический завод на столе» («Х в Ш», 1937, № 3, стр. 91—93).

Лерх П. И., С. В. Троицкий «Работы со стеклом и изготовление приборов по химии» («Х в Ш», 1937, № 3, стр. 90—94).

Малахов Б., По поводу отзыва о книге Б. П. Малахова «Школьные работы по химической технологии» («ФХМТ», 1928, № 1).

Павлов Б. А., В. Н. Верховский, Я. Л. Гольдфарб и Л. М. Сморгонский «Методика преподавания химии в средней школе» (Учебно-методическая литература, 1935, 4).

Парменов К. Я., Методическая литература по вопросам преподавания химии. Изд. Гос. научно-исслед. ин-та школ Наркомпроса РСФСР, М. 1939, 20 стр.

Парменов К. Я., Проф. С. Г. Крапивин «Записки по методике химии» («Х в Ш», 1937, № 1, стр. 89—90).

Парменов К. Я., Проф. В. Н. Верховский «Техника и методика химического эксперимента в школе» («Х в Ш», 1938, № 1, стр. 100—102).

Пелевин В. И., Отзыв о стабильных учебниках по химии и объяснительных записках к стабильной программе (Критико-библиографический бюллетень. Учебно-педагогическая литература, 1934, № 1).

Пелевин В. И., М. М. Гостев и др. «Учебные пособия и политехническое образование». Практическое руководство, вып. 3. Лабораторное оборудование (Бюллетень Крит.-библ. ин-та. Учебно-педагогическая литература, 1934, № 7).

Пелевин В. И., Л. Багал и В. Верховский «Химия для школ взрослых повышенного типа». Учпедгиз, 1934, (Критико-библ. бюллетень. Учебно-педагогическая литература, 1934, № 7).

Пелевин В. и Плетнер Ю., Обзор учебников по химии. (Критико-библ. бюллетень Учебно-педагогическая литература, 1933, № 6).
Сморгонский Л. М., Рейнбольт Г. «Техника химического демонстрационного эксперимента» («Б и Х», 1936, № 1, стр. 86—88).

Соловьёв Н. Г., Я. Л. Гольдфарб и Л. М. Сморгонский «Задачи и упражнения по химии для средней школы». Учпедгиз, М. 1934 (Крит.-библ. ин-т. Учебно-педагогическая литература, 1934, № 11).

Хотинский Е., Проф. Левин и др. «Что можно в школе сделать и показать по химии». Гиз, Одесса 1922 («Путь просвещения», 1923, № 3, стр. 242—246).

ВИ. ХИМИЯ В 4-й ПЯТИЛЕТКЕ

(выдержки из «Закона о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг.»)

В 1940 году в нашей стране было произведено: 15 миллионов тонн чугуна, т. е. почти в 4 раза больше, чем в 1913 году; 18 миллионов 300 тысяч тонн стали, т. е. в 4 с половиной раза больше, чем в 1913 году; 166 миллионов тонн угля, т. е. в 5 с половиной раз больше, чем в 1913 году; 31 миллион тонн нефти, т. е. в 3 с половиной раз больше, чем в 1913 году.

Вероломное нападение гитлеровской Германии на нашу социалистическую родину в 1941 году нарушило мирную строительную работу Советского Союза, прервало всеобщий подъем народного хозяйства и рост материального благосостояния народов СССР.

СССР снова вступил в период мирного социалистического строительства.

Верховный Совет СССР устанавливает, что основные задачи пятилетнего плана восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг. состоят в том, чтобы восстановить пострадавшие районы страны, восстановить довоенный уровень промышленности и сельского хозяйства и затем превзойти этот уровень в значительных размерах.

ПЛАН РОСТА ПРОИЗВОДСТВА И КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ПО ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1. Установить объем продукции по всей промышленности СССР в 1950 году, на последний год пятилетнего плана восстановления и развития народного хозяйства в СССР, в 205 млрд. рублей (в ценах 1926—1927 года) против 138,5 млрд. рублей в 1940 году, т. е. рост промышленной продукции по сравнению с предвоенным 1940 годом на 48 процентов.

2. Определить следующий уровень производства продукции по важнейшим отраслям промышленности на 1950 год:

Металлургия

Чугун	19,5 млн. т
Сталь	25,4 млн. т
.	

Топливо и энергетика

Уголь	250,0 млн. т
Нефть	35,4 млн. т
Газ из угля и сланцев	1,9 млрд. куб. м
Газ природный	8,4 млрд. куб. м
.	

Химикаты и минеральные удобрения

Сода каустическая	390 тыс. т
Сода кальцинированная	800 тыс. т
Минеральные удобрения (суперфосфат, азотные и калийные)	5100 тыс. т
Красители синтетические	43 тыс. т
.	

Продукты пищевой промышленности

Сахар	2400 тыс. т
Спирт	100,8 млн. дка
Мыло	870 тыс. т
.	

В области чёрной металлургии, подъём которой во многом определяет восстановление и развитие всего народного хозяйства СССР, превысить в 1950 году довоенный уровень выплавки чугуна, стали и производства проката на 35 процентов. Довести добычу железной руды в 1950 году до 40 млн. тонн, производство кокса — до 30 млн. тонн.

Продолжать всемерное развитие металлургической базы СССР на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке.

Создать собственную железнорудную базу на Дальнем Востоке, в Сибири и в Закавказье.

Организовать добычу железной руды в районе Курской магнитной аномалии.

Освоить в промышленных масштабах обогащённое кислородное дутьё в доменном и сталеплавильном производстве.

Увеличить в пятилетие производство меди в 1,6 раза, алюминия в 2 раза, магния в 2,7 раза, никеля в 1,9 раза, свинца в 2,6 раза, цинка в 2,5 раза, вольфрамового концентрата в 4,4 раза, молибденового концентрата в 2,1 раза, олова в 2,7 раза.

Увеличить за пятилетие мощности рудников, обогатительных фабрик и заводов медной промышленности. Закончить строительство первой очереди меднорудного комбината в Казахской ССР. Построить первую очередь нового медеплавильного комбината на Южном Урале. Построить и ввести в действие новый медеэлектролитный завод. Увеличить мощности рудников и заводов алюминиевой промышленности. Восстановить бокситовые рудники, два алюминиевых завода и один глинозёмный завод. Построить и ввести в действие два новых алюминиевых завода. Увеличить мощности алюминиевых заводов на Северном Урале и в Кузбассе. Ввести в действие первую очередь глинозёмного завода в Азербайджанской ССР. Увеличить мощности по производству электролитного никеля на двух никелевых комбинатах. Ввести в действие новый никелевый комбинат. Расширить действующие цинковые заводы; восстановить два цинковых завода на юге СССР, построить новый цинковый и новый свинцовый заводы. Восстановить и расширить вольфрамо-молибденовый комбинат на Северном Кавказе и продолжить строительство предприятий на базе разведанных вольфрамо-молибденовых месторождений Средней Азии и Восточной Сибири.

Организовать комплексное использование всех полезных ископаемых, содержащихся в рудах цветных металлов, в том числе сернистого сырья, путём применения более совершенных методов переработки и комбинирования цветной металлургии с химическим производством.

Обеспечить быстрые темпы роста угольной промышленности, увеличив добычу угля в 1950 году на 51 процент по сравнению с довоенным уровнем. Довести добычу коксующихся углей (доносских, кузнецких, карагандинских, кизеловских, печорских, тварчельских и тквибульских) до 57,7 млн. тонн, необходимых для полного удовлетворения потребности промышленности.

Развить в крупных масштабах новую отрасль промышленности — газовую промышленность на базе добычи природного газа и переработки угля, торфа и сланцев. Довести в 1950 году производство газа из угля и сланцев до 1,9 млрд. кубометров и природного газа до 8,4 млрд. кубометров. Продолжить работу по осуществлению подземной газификации и довести выработку газа подземной газификации в 1950 году до 920 млн. кубометров в год. Создать промышленность по переработке угля и сланцев в жидкое топливо. Довести в 1950 году выработку жидкого топлива из угля и сланцев до 900 тыс. тонн.

Восстановить и построить в Эстонской ССР сланцевые шахты мощностью 9,4 млн. тонн и в Ленинградской области мощностью 3 млн. тонн для создания промышленности по добыче газа из сланцев. Развернуть строительство двух заводов гидрирования угля и одного завода синтеза бензина. Построить и ввести в действие за пятилетие сланцевые и сланцеперерабатывающие заводы в Эстонской ССР и Ленинградской области. Построить четыре новых газовых завода; построить и ввести в действие газопроводы Дашава — Киев, Коктла-Ярве — Ленинград; закончить строительство газопровода Саратов — Москва.

(по РСФСР)

Всемерно увеличить добычу природного газа в районах Поволжья для обеспечения передачи газа в Москву и для энергетических, технологических и бытовых нужд районов Поволжья.

Создать крупную промышленность жидкого топлива в районах Восточной Сибири, Северного Кавказа и в Ленинградской области.

(по СССР)

Обеспечить быстрое восстановление и развитие нефтяной промышленности, достигнуть довоенного уровня добычи и переработки нефти в 1949 году и превзойти этот уровень в 1950 году. Продолжать всемерное развитие добычи и переработки нефти в восточных районах — на Урале, в Башкирской АССР, в Поволжье, на Сахалине, в Туркменской ССР, Узбекской ССР и Казахской ССР, а также в Украинской ССР. Значительно увеличить удельный вес восточных районов в общей добыче нефти по СССР. Предусмотреть быстрые темпы восстановления добычи нефти в районах Кавказа — Баку, Грозном и Краснодаре.

Развить производство высокооктанового авиационного бензина. Повысить качество автомобильных бензинов, тракторного керосина, дизельного топлива и масел. Увеличить выход нефтепродуктов из нефти путём сокращения потерь и широкого внедрения каталитических процессов и других новейших методов производства бензина и технических масел.

Создать крупную базу по производству газовой и термической сажи, значительно увеличив мощность сажевых заводов

(по РСФСР)

Полностью восстановить нефтяные промыслы в районе Майкопа, Грозного и в Дагестанской АССР. Увеличить добычу нефти в районах Поволжья за пятилетие в 2,4 раза; обеспечить освоение новых нефтяных площадей в Татарской АССР, Саратовской, Куйбышевской областях и в районах Урала. Значительно расширить Ухтинский и Сахалинский нефтепромыслы.

(по СССР)

В химической промышленности превзойти в 1950 году довоенный уровень производства в полтора раза. Восстановить химическую промышленность в районах, подвергавшихся оккупации, и прежде всего азотную, фосфорных удобрений, содопродуктов и красителей. Восстановить производство минеральных удобрений, превзойдя довоенный уровень выпуска их в 1950 году по фосфатным удобрениям в 2 раза, азотным в 1,8 раза и по калийным в 1,3 раза.

Создать новые отрасли органического синтеза на базе переработки углей и побочных продуктов нефтепереработки.

Обеспечить выпуск широкого ассортимента химических полупродуктов для промышленности пластических масс, анилинокрашенной, лакокрасочной, фармацевтической и других отраслей народного хозяйства. Организовать производство новых видов пластических масс и синтетических смол. Расширить производство синтетических красителей и улучшить их ассортимент по сравнению с довоенным уровнем за счёт

увеличения производства наиболее качественных и прочных красителей.

Ввести в действие мощности по кальцинированной соде 813 тыс. тонн, каустической соде 278 тыс. тонн, суперфосфату 2720 тыс. тонн. Восстановить три содовых завода, закончить строительство нового содового завода на Урале и приступить к строительству нового содового завода. Построить и ввести в действие два анилинокрашенных завода, два лакокрасочных завода и три завода пластмасс.

В целях сокращения нерациональных и дальних перевозок минеральных удобрений построить и ввести в действие на базе фосфоритных месторождений Кара-Тау новые суперфосфатные заводы. Восстановить на довоенную мощность три азотных завода и осуществить строительство новых заводов.

Развитие химической промышленности базировать на внедрении новой техники, непрерывных методов производства, автоматизации управления производством и осуществлять дальнейшую интенсификацию химических процессов в азотной, сернокислотной, содовой и анилинокрашенной промышленности.

(По разделу машиностроение)

Расширить производство компрессоров и химической аппаратуры высокого давления. В целях широкого внедрения кислорода и интенсификации технологических процессов в промышленности организовать производство мощных компрессоров и установок для выработки кислорода. Закончить строительство и расширение заводов в восточных районах СССР по выпуску химического оборудования: насосов центробежных, компрессоров и турбокомпрессоров.

(по РСФСР)

Построить второй калийный комбинат на Урале; закончить строительство содового завода в Башкирской АССР и начать строительство нового содового завода; построить азотный завод, два анилинокрашенных завода, лакокрасочный завод и завод пластических масс.

(по СССР)

В резиновой промышленности увеличить производство синтетического каучука в 1950 году в 2 раза, автомобильных шин в 3 раза и резиновой обуви в 1,3 раза по сравнению с довоенным уровнем; широко развить в промышленности синтетического каучука переработку непищевого сырья и увеличить к 1950 году выпуск каучука из непищевого сырья до 38 процентов всего производства каучука. Довести производство регенерата резины до 56 тыс. тонн в 1950 году. Организовать в крупных размерах производство натурального каучука в СССР.

Развить гидролизную промышленность: увеличить выпуск гидролизного спирта в 1950 году по сравнению с довоенным уровнем в 8 раз. В сульфитно-спиртовой и гидролизной промышленности построить новые заводы мощностью 7 млн. декалитров спирта, обеспечив комплексную переработку отходов лесопиления и целлюлозно-бумажного производства на спирт, белковые дрожжи, литейные крепители и другие химические продукты.

Создать крупную левохимическую промышленность; обеспечить в первую очередь увеличение производства уксусной кислоты, ацетатных растворителей, канифоли и скипидара.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абсолютный нуль 74
Авогадро число 75, 77, 207.
Азот
— взрывчатые вещества 226
— исторические сведения 167, 221
— в земледелии 222
— в технике 223
— физические свойства 220, 17
Азотная кислота
— удельн. вес растворов 55
Алмаз 230, 255
Алюминий
— исторические сведения 167, 247
— сплавы 139
Америций 315, 8, 167, 196
Аммиак 68
— растворы 52, 58
— синтез 224
Апатиты 227, 255, 256
Аппарат Киппа 112
Ареометр 110
Астрономические величины 75
Атомная бомба 185, 317, 322
— энергия 298, 314
Атомно-молекулярное учение 203
Атомные веса элементов 6—8
— округлённые 20
Ацетилен 271
Ацетон 285
Баллоны 113
Башенная кислота 219
Бензин 275, 277
Бензол 275, 278
Биографические сведения о химиках 152
Бром 214
— исторические сведения 168, 214
— физические свойства 17
Варитроны 307
Взрывные пределы 69
Витамины 290
Вода 180
— жёсткая 183
— известковая, приготовление 123
— исторические сведения 180, 195
— лёд 182
— морская 181
— плотность 183, 185
— температура кипения 182, 185
— тяжёлая 185, 304, 317
— удельный вес при разл. температуре 183
— упругость паров 61
Водород 192
— диаметр молекулы 207
— изотопы 9, 185, 192, 304
— исторические сведения 168, 192
— масса атома 74
— физические свойства 17, 52, 59, 192
Водяной пар, упругость 61
Воздух 200
— жидкий 191, 115
— инертные газы 201
— исторические сведения 186, 200
— плотность 59
— состав 200, 201
— физические свойства 17, 59
— химическое сырьё 203
Второе Баку 273
Вулканизация 281
Выпрямители 103
Газификация 267, 352
— подземная 268—269, 352

- Газометр стеклянный, обращение 111
Газопроводы 268
Газы
— взрывные пределы 69
— гелийные 201
— естественные 265
— инертные 201
— плотность 59
— подземной газификации 268
— приведение к нормальным условиям 60
— природные 201, 265
— растворимость 52
— сжатые 68, 113
— сжиженные 68, 113
— технические 267
Галогены, таблица свойств 208
Гелий 59, 169, 201
Геофизические величины 75
Грамм-молекула, объём 75
Греческие частицы слов 75
Греческий алфавит 357
Дейтерий 192, 304
Дейтрон (дейтон) 307
Дефект массы 311
Диссоциация электролитическая 240, 241
Дьюара сосуда 115
Естественные газы 265
— переработка 265
Железо 169, 248, 351
— Курская магнитная аномалия 356, 249
Жёсткость воды 183
Жизненная сила 259, 154
Жиры 261, 286, 288
Закон сохранения веса 162, 198
Замаски 117
Изобары 304
Изотопы, таблица 9
— обозначение 304
— определение понятия 302
Индикаторы 151
Иод 170, 214
Иприт 158, 211
Искусственная радиоактивность 308
Искусственное жидкое топливо 194, 277
Искусственное превращение элементов 197, 308
Калий 170, 243
Кальций 170, 244
23*

- Камера Вильсона 206, 319
Карандаши по стеклу 124
Каучук 278
Качественные реакции 146
Киппа аппарат, зарядка 112
Кислород 186
— исторические сведения 170, 186
— озон 186, 202
— физические свойства 17, 52, 59, 186, 170
Кислородное дутьё 189, 267, 356
Клей 117
Корни научных терминов 75
Короткое замыкание 101
Красители синтетические 263
Кремний 170, 233
Кристаллы, формы 254
Курская магнитная аномалия 249, 351
Кюри 8, 171, 196, 315
Лаборатория, оборудование 79
Лакмус, раствор 123
— бумага 123
Латинские частицы слов 75
Лауреаты Сталинской премии 176
Лёд, плавление 182
Лекарственные вещества, синтетические 292
Литература методическая 333
— научно-популярная 323
Логарифмы 24
Лотшидта число 75
Массовое число 302
Масс-спектрограф 302
Медь 246
Меры метрические и др. 70
Меры противопожарные 145
Метрическая система 69
Микроскоп электронный 206
Минеральные удобрения 135
Минералы 256
Молекулярные веса округлённые 20
Моторное топливо 276
Набор стандартных трубок 95
Названия технические и торговые 126
Натрий 242
Нейтрон 307
Неорганические соединения (таблица свойств) 26
Нептуний 8, 172, 196, 315

Нефть 272
— переработка 275

Оборудование лаборатории 79
Озон 25, 202, 186
Окись углерода 52, 59, 193, 231, 232
— в синтезе жидкого топлива 194, 232
Округленные веса атомные 20
— молекулярные 20
Октановое число 276
Органические соединения (таблицы свойств) 42
Органический синтез 259
Отравляющие вещества 210, 229
Охладительные смеси 106

Перекись водорода 191, 195
Первая помощь 142—143
Периодическая система элементов 4
— история развития 237, 298
Пищевые средства, состав 288
Пластмассы 296—297
Плотность газов и паров 59
Плотность растворов (см. удельный вес) 52
Плутоний 196, 315, 8, 172
Подземная газификация 268, 269, 352
Помощь в несчастных случаях 142
Постоянная Клапейрона 75
Правило смещения 108
Приведение объемов газа к нормальным условиям 60
Приготовление растворов 108
Пробки резиновые, стандарты 95
Противогаз 158, 212, 231
Противопожарные меры 145
Протон 306, 309
— масса 74

Радиоактивность 160, 298
— искусственная 160, 308
Разведение растворов 108
Распределение электронов в атомах 15
Растворимость газов 54
— оснований 50
— солей 50, 51
Реакции качественные 146
Резка стекла 116

Реостаты 98
Рецепты лабораторные 117
Ряд напряжений 19

Сажа 231
Сахар 287
Сера 174, 216, 217
Серная кислота 218
— башенный процесс 219
— удельный вес растворов 53
Серебрение стекла 125
Сжатые и сжиженные газы 68, 113
Сила жизненная 154, 259
Синтезы важнейшие 260
Скорость движения молекул 207
Сладость сравнительная 287
Смеси охлаждающие 106
Смесь хромовая 123
Смещения правило 108
Смоли (и пластмассы), синтетические 296
Сода 243
Соляная кислота 213
— уд. веса растворов 56
Сопротивление электрическое 98
Спички 228
Сплавы легкоплавкие 141
— цветных металлов 139
Сталинские премии по химии 176
Сталь булатная (дамасская) 253
— качественная 252
Стандартный набор трубок 95
Стекло 234
Строение атома 298
Счётчик Гейгера 206, 319

Твёрдость, шкала 255
Температура накала 74
Теплота сгорания горючих веществ 75
Технические названия 126
Трансмутация элементов 197, 306
Трубки резиновые 96
— стеклянные, набор 95

Углеводороды 263
Углекислота 52, 60, 68, 114, 191, 232
— жидкая 68, 114
— растворимость 52
Углерод 175, 230
Угли Берцелиуса 117, 124
Удельные веса растворов 53
— измерение 110
— кислот 53
— щелочей 57

— этилового спирта 58
Удельный вес жидкости, измерение 110
Удобрения минеральные 135, 224, 227, 244
Упругость водяного пара 61

Фарфор 236
Фаянс 237
Физические величины, таблицы 74
Флогистон 161, 187
Фосфор 175, 226
Фреоны 215
Фтор 175, 215
Фтористый водород 215

Химики — лауреаты Сталинской премии 176
Химия в 4-й пятилетке 350
Хлор 176, 209
— физические свойства 9, 52, 59

Цепные реакции 165, 316
Чёрные металлы — см. железо
Числа большие и малые 77
Число Авогадро 75, 77, 207
— Лошмидта 75
— октановое 276
Чувствительность методов обнаружения вещества 206

Шкала твёрдости 255
Щелочи, уд. веса 57

Эквивалентность массы и энергии 199, 311
Электролитическая диссоциация 240
Электрон 15, 74 305
— масса 74
Электронный микроскоп 206
Электроны, распределение в атомах 15
Электроскоп 318
Электронагревательные приборы 100
Электротехника 96
Элементы химические, список 6
— атомные веса 6—8
— атомные веса округлённые 20
— исторические сведения 167, 195
— превращение элементов 198, 306
— происхождение названий 167
— распространённость 6, 197
— физические свойства 17
Элементы гальванические 104
Энергия атомная 298
— и масса 199, 311
Этилен 270
Ядерные реакции 309

Греческий алфавит

Α α

альфа

Ε ε

эпсилон

Ι ι

иота

Ν ν

ни

Ρ ρ

ро

Φ φ

фи

Β β

бета

Ζ ζ

зета

Κ κ

каппа

Ξ ξ

кси

Σ σ

сигма

Χ χ

хи

Γ γ

гамма

Η η

эта

Λ λ

ламбда

Ο ο

омикрон

Τ τ

тау

Ψ ψ

пси

Δ δ

дельта

Θ θ

тета

Μ μ

ми

Π π

пи

Υ υ

ипсилон

Ω ω

омега

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловия к 1 и 2 изданиям	Стр. 2—3
------------------------------	-------------

I. СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Периодическая система элементов	4—5
Список элементов	6
Таблица изотопов	9
Распределение электронов в атомах	15
Физические свойства элементов	17
Ряд напряжений	19
Округлённые атомные веса некоторых элементов	20
Округлённые молекулярные веса часто применяемых химических соединений и атомных групп	—
Четырёхзначные логарифмы	24
Важнейшие свойства неорганических соединений	26
Важнейшие свойства органических соединений	42
Растворимость некоторых твёрдых веществ в воде	50
Растворимость некоторых газов в воде	52
Удельные веса растворов	53
1. Удельные веса растворов серной кислоты	—
2. Удельные веса растворов азотной кислоты	55
3. Удельные веса растворов соляной кислоты	56
4. Удельные веса растворов щелочей	57
5. Удельные веса водных растворов аммиака	58
6. Удельные веса смесей этилового спирта с водой	—
Плотность газов и паров	59
Приведение объёмов газа к нормальным условиям	60
Давление паров и плотность сжиженных газов	68
Взрывные пределы для горючих газов и паров	69
Основные единицы метрической системы	—
Метрические, старые русские и английские меры	70
Меры энергии и мощности	73
Теплота сгорания некоторых горючих веществ	74
Температуры накала	—
Некоторые физические величины	—
Некоторые геофизические и астрономические величины	75
Некоторые латинские и греческие частицы и корни слов, применяемые в научной терминологии	—
О больших и малых числах	77

II. ШКОЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Список лабораторного оборудования	79
1. Реактивы и материалы	80
2. Стекло	86
3. Фарфор	89
4. Измерительная стеклянная посуда	—
5. Химические и физические приборы	90
6. Разные лабораторные принадлежности	92
7. Весы и разновесы	93
8. Вспомогательные материалы	94
9. Вспомогательные инструменты	95
10. Стандартный набор стеклянных трубок	—
11. Стандарты резиновых пробок	—
12. Размеры каучуковых трубок	96

Электротехника в лаборатории	Стр.
Единицы измерения	96
Электрические схемы	97
Удельное электрическое сопротивление некоторых проводников	98
Реостаты	—
Нагревание током	100
Лабораторные электронагревательные приборы	—
Короткое замыкание	101
Предохранители	102
Выпрямление переменного тока	103
Гальванические элементы	104
Определение полюсов у источников постоянного тока	105
Различные советы и указания	—
Охладительные смеси	106
Разведение растворов	108
Измерение плотности жидкостей	110
Газометр стеклянный	111
Аппарат Киппа	112
Баллоны для сжатых газов	113
Сосуды Дьюара	115
Реакта стекла	116
Замаски и клеи	117
Приготовление хромовой смеси	123
Приготовление раствора лакмуса	—
Приготовление лакмусовой бумаги	—
Приготовление известковой воды	—
Амальгмирование цинка	124
Угли Берцелиуса	—
Краски для горячих поверхностей	—
Краски для надписей на стекле	—
Защита поверхности стола от кислот и щелочей	125
Серебрение стекла	—
Смазывание деревянных трущихся поверхностей	—
Краска для классных досок	—
Мытьё рук	—
Мытьё посуды с помощью цепочки	126
Технические и торговые названия химических продуктов	—
1. Химические продукты и материалы	—
2. Минеральные удобрения	135
3. Сплавы цветных металлов	139
Оказание первой помощи при несчастных случаях в школьной химической лаборатории	142
Противопожарные меры	143
Качественные реакции	—
Качественные реакции катионов	146
Качественные реакции анионов	150
Индикаторы	151

III. ИЗ ИСТОРИИ ХИМИИ

Выдающиеся химики мира	152
Краткие сведения из истории открытия химических элементов	167
Советские химики — лауреаты Сталинской премии	176

IV. СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ТЕМАМ ШКОЛЬНОГО КУРСА ХИМИИ

Вода	180
Кислород	186
Водород	192
Элементы	195
Закон сохранения веса веществ	198
Воздух	200
Атомно-молекулярное учение	203
Галогены	208
Хлор	209
Бром	214
Иод	—
Фтор	215
Элементы VI группы	216
Сера	—

	Стр.
Азот, фосфор, мышьяк, сурьма	220
Азот	226
Фосфор	227
Мышьяк	229
Сурьма	—
Углерод	230
Кремний	233
Периодическая система элементов	237
Электролитическая диссоциация	240
Кальций и натрий	241
Кальций	244
Медь	246
Алюминий	—
Железо	248
Краткие сведения о минералах	—
Важнейшие простые формы кристаллов	254
Шкала твердости минералов	255
Твердости некоторых веществ	—
Химический состав важнейших минералов	—
Материалы по курсу органической химии	259
Развитие органического синтеза	263
Углеводороды	284
Спирты, альдегиды, кетоны, кислоты	286
Жиры, углеводы, белки	290
Наиболее изученные витамины	292
Некоторые синтетические лекарственные вещества	296
Важнейшие синтетические смолы и пластмассы	—
V, СТРОЕНИЕ АТОМА И ЕГО ЯДРА. АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ	298
VI. НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ И МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА	—
Научно-популярная литература по химии	322
Литература по методике химии	332
VII. ХИМИЯ В 4-Й ПЯТИЛЕТКЕ	349
Предметный указатель	354
Греческий алфавит	357

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
51	7 снизу	— 29,9	46,8 42,7
103	2 "	клеммами Б и Г	клеммами В и Г
146	11 "	Са	Са ⁺⁺
146	15 "	Mg	Mg ⁺⁺
146	22 "	K	K ⁺
148	15 "	Ві ⁺⁺	Ві ⁺⁺⁺
151	7 сверху	Cr ₂ O ₇ '	Cr ₂ O ₇ "
279	15 "	Индия	Индизин
307	17 снизу	e ⁰ + 1	e ⁺ + 1

Коржев — Справочник по химии.

Редактор П. И. Лерх

Техн. редактор Н. П. Цирульницкий

Подписано к печати 3/VI 1949 г. А 04387. Тираж 25 тыс. экз.

Печ. листов 22½ Учётно-издательских листов 25,53.

В 1 печ. листе 46 тыс. тип. зн. Заказ № 801

2-я типография Воениздата МВС СССР имени К. Е. Ворошилова